



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Automatisk energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse

Redegørelse til Erhvervs- og Byggestyrelsen med forslag til en fremtidig realisering

Nielsen, Anker; Bertelsen, Niels Haldor; Sørensen, Nils Lykke; Wittchen, Kim Bjarne

Publication date:
2011

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Nielsen, A., Bertelsen, N. H., Sørensen, N. L., & Wittchen, K. B. (2011). *Automatisk energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse: Redegørelse til Erhvervs- og Byggestyrelsen med forslag til en fremtidig realisering*. (1. udgave udg.) SBI forlag. SBI Bind 2011 Nr. 20

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Automatisk energiramme- beregning for den eksisterende bygningsmasse

Redegørelse til Erhvervs- og Byggestyrelsen med forslag
til en fremtidig realisering



Automatisk energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse

Redegørelse til Erhvervs- og Byggestyrelsen med forslag til en fremtidig realisering

Niels Haldor Bertelsen
Anker Nielsen
Nils Lykke Sørensen
Kim B. Wittchen

Titel	Automatisk energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse
Undertitel	Redegørelse til Erhvervs- og Byggestyrelsen med forslag til en fremtidig realisering
Serietitel	SBi 2011:20
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2011
Forfattere	Niels Haldor Bertelsen, Anker Nielsen, Nils Lykke Sørensen, Kim B. Wittchen
Fagfællebedømt	Dr. ing. Prof. II Inger Andresen, LINK arkitektur AS, 7402 Trondheim, Norge
Sprog	Dansk
Sidetæl	94
Henvisninger	Side 62
Emneord	Energiberegning, energimærkning, BBR, automatisk energimærkning, boliger
ISBN	978-87-563-1540-1
Fotos	Niels Haldor Bertelsen
Omslag	Fotos Niels Haldor Bertelsen
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sbi.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

Indhold

Indhold	3
Forord	4
Sammenfatning	5
1. Indledning og formål	6
1.1 Formålet med redegørelsen	6
1.2 Redegørelsen udføres i fire trin	7
1.3 Projektorganisation og rapportering	7
2. Problemstillinger og ønsker til resultat	9
2.1 Statistiske variationer og usikkerheder	9
2.2 Adgang til informationer og databaser	11
2.3 Internationale erfaringer med auto-beregning og mærkning	13
2.4 Forventninger til resultat og hypoteser for udvikling	14
3. Metode til auto-beregning af energiforbrug	17
3.1 Anvendte BBR-oplysninger	18
3.2 Geometri modul i beregningen	20
3.3 U-værdimodul i beregningen	22
3.4 Energiberegningsmodul	23
3.5 Primære beregningsresultater - energiforbrug	25
3.6 Sekundære beregningsresultater – arealer, volumen og varmetab	25
3.7 Usikkerhed på de enkelte parametre	26
3.8 Automatisk energimærkning (auto-energimærkning)	27
3.9 Følsomhedsanalyse på den samlede auto-beregning	30
4. Beregningseksempler og valg af segmenter	32
4.1 Beregningseksempler for enfamiliehuse	32
4.2 Beregningseksempler for etageboliger	33
4.3 Valg af bygningssegmenter	34
5. Metodeafprøvning på boliger i Helsingør	38
5.1 Energimærkning af boliger i Helsingør Kommune	38
5.2 Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør	39
5.3 Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør	41
5.4 Eksempler på data man får ud af metoden	44
5.5 Sammendrag af erfaringer fra afprøvningen	45
6. Initiativer til fremme af auto-energimærkning	48
6.1 Etablering af auto-energimærkning af bygninger efter BBR+	49
6.2 Større udbredelse og brugerinvolvering med 3D-simulering	52
6.3 Involvering af byggeparter og deres udvikling og PR	56
7. Konklusion og anbefalinger	58
Henvisninger	62
Bilag A: Opfordringsskrivelse fra EBST vedrørende konsulentopgaven	64
Bilag B: Idéoplæg til automatisk energivurdering af bygninger	67
Bilag C: Koder anvendt i beskrivelse af beregningsmetoden	69
Bilag D: Auto-beregning af DTU-eksempel - Enfamiliehuse	70
Bilag E: Auto-beregning af DTU-eksempel - Etageboliger	72
Bilag F: Gældende BBR klassifikation af bygningens anvendelse	74
Bilag G: 2009-forslag til revision af BBR vedr. bygningers funktion	75
Bilag H: Auto-beregning for Viborgvej – Enfamiliehuse	76
Bilag I: Auto-beregning for Gl. Banegårdsvej – Flerfamiliehuse	84
Bilag J: BBR i Ingeniøren 30/11 2010	88
Bilag K: Energimærkning i DR 12/12 2010	90
Bilag L: Energirenovering af lejeboliger – uddrag af handlingsplan	91

Forord

Den globale opvarmning og nedbringelse af bidraget fra menneskeskabt CO₂ har stor international bevågenhed i disse år. I den danske regerings energipolitik har man igangsat mange initiativer, som skal nedbringe det danske bidrag til udledning af CO₂ til atmosfæren. To centrale indsatsområder er bedre og mere effektive energiløsninger til den eksisterende bygningsmasse samt energimærkning af bygninger ved salg. Det går dog langsomt med mærkningen, og man mangler endnu mange bygninger. Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST) vil derfor gerne se nærmere på, om en automatisk energimærkning af eksisterende bygninger kunne være et hurtigt, prisbilligt og effektivt supplement.

EBST havde derfor i sommeren 2009 bedt Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) om at gennemføre et udredningsarbejde om dette tema. Arbejdet er nu færdigt og beskrevet i denne redegørelse til EBST, og den er klar som det tekniske grundlag for de politiske vurderinger og beslutninger om nye energipolitiske tiltag.

SBI finder dette initiativ vigtigt, dels fordi det bidrager til i praksis at realisere en klimavenlig energipolitik, og dels fordi det på et centralt område bidrager til udvikling og brug af digitale værktøjer i byggesektoren ved at vise potentialer ved samkøring af en række datakilder.

Vi takker EBST for samarbejdet om denne opgave og håber at redegørelsen vil give dem og andre myndigheder inspiration til initiativer, der kan nedbringe det danske bidrag til udledningen af CO₂.

Vi takker også Dr. ing. Prof. Il Inger Andresen, LINK arkitektur AS, 7402 Trondheim, Norge for hendes konstruktive fagfællebedømmelse af rapporten med forslag til forbedringer, som vi har taget til efterretning og indarbejdet i rapporten.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdeling for Byggeri og sundhed
Juni 2011

Niels Jørgen Aagaard
Forskningschef

Sammenfatning

I redegørelsen er vist, at det kan lade sig gøre at gennemføre en automatisk energimærkning af eksisterende bygninger med baggrund i BBR-data og supplerende vurderinger – kaldet BBR+. SBI foreslår, at indføringen af auto-energimærkningen prioriteres efter bygningernes anvendelse, opførelsesår og lokalitet. Der er dog behov for en videreudvikling af grundlaget og reduktion af beregningsusikkerhed, som ligger på mellem 10 og 40 % alt efter husenes alder, kompleksitet og praksis i kommuner. SBI foreslår, at den tekniske udvikling af auto-energimærkningen suppleres med en interaktiv kommunikationsindsats, som fra starten styrker bygningsejernes, brugeres og offentlighedens accept og tiltro til auto-energimærkningen.

SBI foreslår, at der trinvist igangsættes 13 initiativer, som skal etablere auto-energimærkningen, øge udbredelsen og den interaktive brugerinvolvering samt inddrage og øge byggeparternes PR og udvikling. Inden igangsættelsen foreslår SBI, at der gennemføres en diskussion af norske erfaringer og en screening af interessenternes holdninger til initiativerne. De 13 initiativer:

1. Initiativer for etablering af auto-energimærkning af bygninger med BBR+
 1. Auto-energimærkning i BBR som ny ejerinformation
 2. Energimærkede huse samkøres med BBR-data
 3. Forsyningsdata samkøres med BBR-data
 4. Vejledning 1 til brugerne om dataopretning
 5. Informationskampagne 1 for brugergrupper
 6. Test og evaluering af prøveperiode 1
2. Initiativer om større udbredelse og brugerinvolvering med 3D-simulering
 7. 3D-energisimulering ud fra digitale bygningsmodeller af geometrien
 8. Digital bygningsmodel over bygningsvolumen og -arealer
 9. Digital konstruktionsmodel over bygningsdeles arealer og type
 10. Vejledning 2 til ejere og brugerne om dataopretning
 11. Informationskampagne 2 for brugergrupper
 12. Test og evaluering af prøveperiode 2
3. Initiativer til involvering af byggeparter og deres PR og udvikling
 13. Energi- og udviklingspotentiale for væsentlige bygningsdele.

SBI vurderer, at 10 af de 13 initiativer kan gennemføres for omkring 33 mio. kr. Hertil kommer tilknyttede informationskampagner i initiativ 5 og 11 og byggeparternes involvering i initiativ 13 samt den overordnede administration. Den årlige drift af auto-energimærkningen inklusive en løbende udvikling af 3D-energimodellen i BBR med følsomhedsanalyser er ikke vurderet nærmere. Det skønnes dog, at den årlige drift vil blive langt mindre end de anslåede udviklingsomkostninger. De fremlagte forslag forudsætter:

- At BBR-dataene ajourføres og kvalitetssikres for at fjerne uoverensstemmelser i data og for at reducere usikkerheden i energiberegningerne
- At Energimærkningsordningen bibeholdes i en opdateret form, jf. auto-energimærkningen, så den fortsat kan bruges i en løbende kalibrering
- At forsynings- og installationsdata samkøres med BBR-data mv.
- At der etableres en digital bygningsmodel af alle eksisterende bygninger, og der for enhver bygning i BBR findes oplysninger om bygningens form og arealer til brug i energiberegningerne
- At ejere, forsyningsselskaber, byggeparter og andre brugere inddrages i interaktive forbedringsrutiner og udbredelse af auto-energimærkningen
- At beregningernes usikkerhed løbende reduceres og systemet fortsat udvikles, effektiviseres og tilpasses behovene på markedet.

1. Indledning og formål

Energiforbrug til opvarmning af bygninger er en stor post på CO₂-regnskabet, og i regeringens energipolitik lægges der derfor vægt på at nedbringe dette bidrag. To centrale virkemidler er at fremme udvikling af nye og bedre løsninger til den eksisterende bygningsmasse, og at få virksomheder engageret i en målrettet markedsføring og produktudvikling, der kan accelerere denne udvikling.

I dag stilles der krav om at bygningens energiforbrug beregnes for nybyggeri og større renoveringsopgaver, når der søges om byggetilladelse, der vil kunne ændre bygningens energiforbrug. For eksisterende huse vil der desuden blive foretaget en energirammeberegning, når et hus skal sælges og energimærkes. For større ejendomme stilles der desuden krav om regelmæssig energiopfølgning, som også indeholder en opfølgende energiberegning og -mærkning. Disse tre energiberegninger dækker kun en mindre del af den samlede bygningsmasse, hvilket gør det vanskeligt at få et rimeligt dækkende billede af alle bygningers energiforbrug samt deres forskellige muligheder for energiforbedringer.

Skal der virkelig reduceres på CO₂-regnskaber til opvarmning af bygninger skal der også tages fat på den resterende del af den eksisterende bygningsmasse. Et centralt virkemiddel vil være energirammeberegning af disse bygninger og fremlæggelse af individuelle forslag til deres energiforbedring, der er målrettet den enkelte bygning og ejers muligheder.

1.1 Formålet med redegørelsen

Redegørelsen skal vise hvordan en automatisk energirammeberegning af alle eksisterende bygninger vil kunne udføres i fremtiden, og hvilke behov der er for særlige initiativer til at fremme dette formål. Den grundlæggende energivurdering (energistatus og -forbedringspotentiale) skal være fuldautomatisk og kunne opdateres løbende. Erhvervs- og Byggestyrelsen forventer, at usikkerheden ved den automatiske energirammeberegningen vil blive større end den er ved den nuværende energirammeberegning for nybyggeri og ved energimærkning af eksisterende bygninger. Styrelsen vil dog gerne, at der bliver en synergi mellem de forskellige ordninger.

Den foreslåede model i redegørelsen skal kunne beregne forventede energiforbrug for hele eller dele af bygningsmassen. Modellen skal også kunne give vurdering af, hvor meget der kan spares fx ved udskiftning af vinduer, isolering ol., og hvor mange kvadratmeter det kan forventes at udgøre på forskellige tidshorisonter. Det kan evt. også give mulighed for at vurdere effekt af nye og mere energieffektive produkter eller ændringer af regler fx om tilskud til fornyelse.

Formålet med redegørelsen er at vise:

- Hvordan en automatisk energirammeberegning af alle eksisterende bygninger vil kunne udføres i fremtiden
- Hvilke behov der er for særlige initiativer til at fremme dette formål
- Energiberegningen skal indeholde både en energistatus og et forbedringspotentiale

- Beregningen skal være fuldautomatisk og skal kunne opdateres løbende
- Beregningen behøves dog ikke at være så nøjagtig som i energirammeberegninger for nybyggeri og ved energimærkning af eksisterende bygninger, men der må gerne være en synergi mellem ordningerne.

1.2 Redegørelsen udføres i fire trin

Redegørelsen er blevet udarbejdet i fire trin af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) i et nært samarbejde med Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST):

- Trin 1: Målsætning og problemstillinger
- Trin 2: Beregningsmetoder
- Trin 3: Løsningseksempel
- Trin 4: Rapport med anbefalinger

Trin 1: Målsætning og problemstillinger

Med henvisning til opfordringsskrivelsen fra EBST (Bilag A) skal der udarbejdes et idéoplæg til redegørelsen med forslag til fremgangsmåde og målsætning. I fremgangsmåden beskrives de trin, som redegørelsen skal udarbejdes efter, og der skal fremlægges forslag til det forventede resultat. Idéoplægget tog sit afsæt i et første oplæg (Bilag B), som SBI havde udarbejdet fem måneder før opfordringsskrivelsen blev udsendt. Med afsæt i idéoplægget drøfter SBI's analyseteam og EBST en nærmere konkretisering af indhold, fremgangsmåde og målsætning for arbejde. Det giver samtidig baggrund for, at der kan drøftes forskellige centrale problemstillinger, og der kan udarbejdelse en løsningsstrategi i redegørelsen.

Trin 2: Beregningsmetoder

Der skal opstilles eksempler på beregning af energiramme ud fra BBR og forbrugs-data, som udnytter statistiske metoder på udvalgt bygningssegment, og som bliver kalibreret i forhold til den eksisterende energimærkning mv. Der laves evt. en mindre demo for at kunne vise, hvordan den centrale regnekerne vil kunne fungere i praksis. Status over tidligere arbejde om energiberegning og modellering af bygninger og deres udnyttelse indgår i redegørelsen. Status for variationer og usikkerheder i energibrug og beregninger i praksis indgår ligeledes.

Trin 3: Løsningseksempel

Metoderne skal vurderes i forhold til hele bygningsmassen fordelt på de forskellige bygningssegmenter, og demo-metodens anvendelse på de forskellige segmenter skal uddybes og beskrives. Der opsættes mål og fremgangsmåde for løsning af de enkelte delopgaver, og opgaverne indsættes i en faseopdelt tidsplan med angivelse af succeskriterier og kravspecifikation for de enkelte opgaver. Slutteligt indhentes budgetforslag for omkostningerne til de enkelte opgaver, og de samles i et overordnet udviklingsbudget.

Trin 4: Rapport med anbefalinger

Forslag til den endelige rapport fremlægges til diskussion med EBST, idet der lægges særligt vægt på drøftelserne af en trinvis udviklingsplan med klare målsætninger, tidsplan og budget. Rapportens indhold forventes af følge idéoplæggets trinvis opbygning.

1.3 Projektorganisation og rapportering

Redegørelsen er udført af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) ved et projektteam bestående af følgende forskere med angivne kompetencer:

- Seniorforsker Niels Haldor Bertelsen nhb@sbi.dk – projektleder, kvalitetssikring og formidling.
- Seniorforsker Anker Nielsen ani@sbi.dk – BBR-data, energimodel, statistisk usikkerhed, følsomhedsanalyse og baggrundsnotater til rapporten herunder løsningseksemplet Helsingør
- Seniorforsker Nils Lykke Sørensen nls@sbi.dk – bygningsmodel, arealberegninger og digitalisering
- Seniorforsker Kim B. Wittchen kbw@sbi.dk – klassifikation af bygningsdele, energimærkningsordninger og energiberegninger.

Redegørelsen er udarbejdet i samarbejde med specialkonsulent Lars Misser og kontorchef Søren Rude, begge fra Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST), som undervejs i processen har kommenteret de forskellige forslag og uddybet styrelsens ønsker.

Redegørelsen er opdelt i syv hovedkapitler, og til sidst i rapporten er beskrevet de henvisninger og bilag, der er anvendt som grundlag i redegørelsen. I kapitel 1 og 7 beskrives indledning og konklusion, og de to kapitler vil med fordel kunne læses i sammenhæng uden at læse de mellemliggende kapitler. Resultatet af første trin vedrørende redegørelsens målsætning og problemstillinger er beskrevet i kapitel 1 og 2 samt bilag A og B. Resultatet af andet trin vedrørende beregningsmetoder er beskrevet i kapitel 3 og 4 samt bilag C, D, E, F og G. Resultatet af tredje trin vedrørende løsningseksempler er beskrevet i kapitel 5 og 6 samt bilag H, I, J, K og L. Resultatet af fjerde trin vedrørende anbefalinger og rapport er beskrevet i kapitel 7 og udgør sammenskrivningen af redegørelsens konklusion og SBI's anbefalinger til Erhvervs- og Byggestyrelsen.

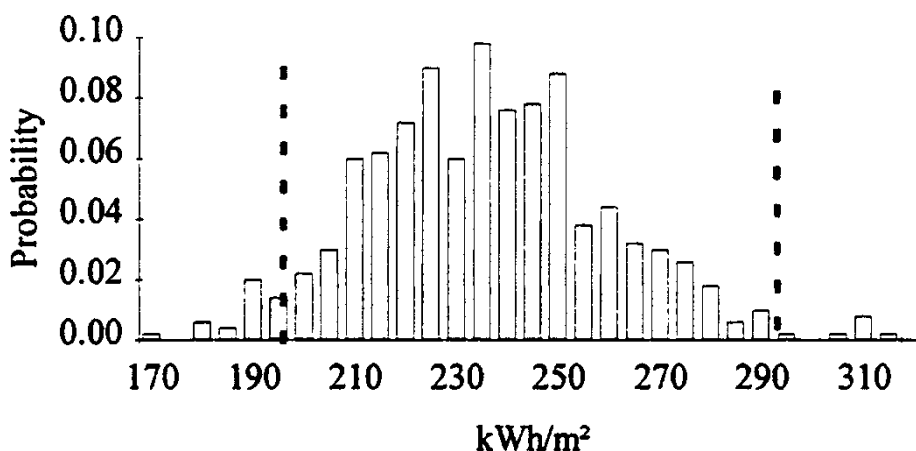
2. Problemstillinger og ønsker til resultat

Som del af trin 1 beskrives i dette kapitel nogle centrale problemstillinger i tilknytning til udvikling af en automatisk energirammeberegning for eksisterende bygninger. Det drejer sig på den ene side om de statistiske variationer og usikkerheder ved den teoretiske beregning i forhold til det praktiske energiforbrug, som fx kan komme fra variationer i udeklimaet, bygningen og brugernes adfærd. På den anden side om mulighederne for at anvende og sammenkoble eksisterende data og databaser, som kan forbedre den forenklede auto-beregning, som alene har baggrund i BBR-data og nogle standardforudsætninger. Sidst i kapitlet er der set på de internationale erfaringer med udvikling af automatisk energirammeberegninger og energimærkning, og der er fremlagt forslag til forventninger og hypoteser for udvikling af automatisk energirammeberegning af eksisterende bygninger i Danmark.

2.1 Statistiske variationer og usikkerheder

En automatiseret energirammeberegning (auto-beregning) må baseres på udnyttelse af statistiske metoder i simuleringen. Fra praksis er det kendt, at måles energiforbrug på et antal 'ens' bygninger eller lejligheder vil der forekomme spredning som følge af variationer i forbrugsmønstre, bygning og klima. En bygning kan heller ikke forventes at få nøjagtigt det forbrug, som er beregnet i forhold til BygningsReglementet (BR10, 2010) eller andre normerede beregningsmodeller som Be06 (Aggerholm, 2005).

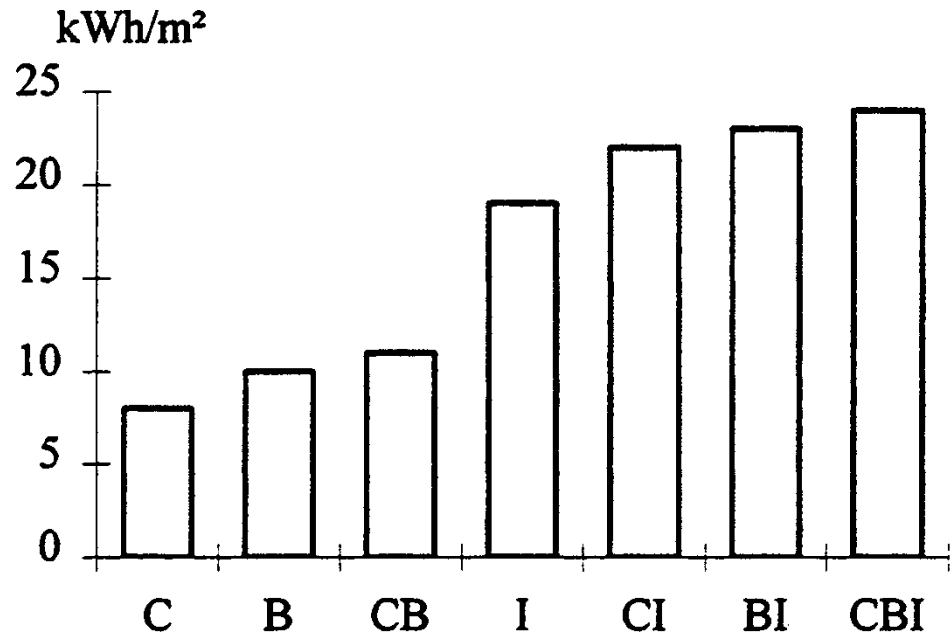
Eksempel på variation i energiforbrug fundet ved simulering baseret på statistiske metoder er bl.a. vist i Figur 1. Den spredning som ses i Figur 1 stemmer ganske godt overens med de måleresultater af energiforbrug som fås for eksempel for lejligheder i en boligblok. Dette bekræftes af mange undersøgelser, som er refereret i fx Dyrstad Pedersen, 1997.



Figur 1. Eksempel på spredning i totalt energiforbrug på 500 simuleringer af en typisk bolig på 100 m² (Dyrstad Petersen, 1997).

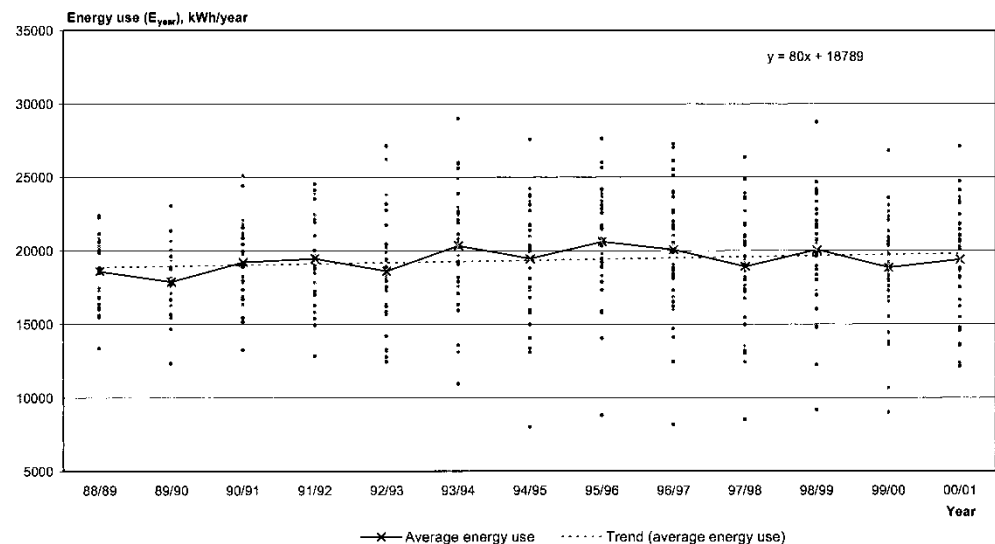
Spredning i energiforbruget på grund af udeklima, bygning og brugen af bygningen samt kombinationer af disse er vist i Figur 2. Som det ses er variationer fra klima og bygning meget mindre end for brugen. Det betyder, at en

beregningsmetode må tage hensyn til alle 3 parametre, og at brugernes forbrugsmønster og adfærd er meget vigtige for det virkelige forbrug.



Figur 2. Standardafvigelse fra simuleringer med variationer fx i udeklima (C), bygning (B), brugen (I) alene og i forskellige kombinationer af disse (CB, CI, BI og CBI) (Dyrstad Petersen, 1997).

Dette er også tidligere undersøgt på SBi, herunder hvorledes brugerne kan inddeles i grupper, som kan have forskellig holdning til energibrug og energibesparelser. Dette har betydning, når det virkelige forbrug skal sammenlignes med det teoretisk beregnede forbrug for bygningen, og når man bruger standard forbrugsmønstre som udgangspunkt.

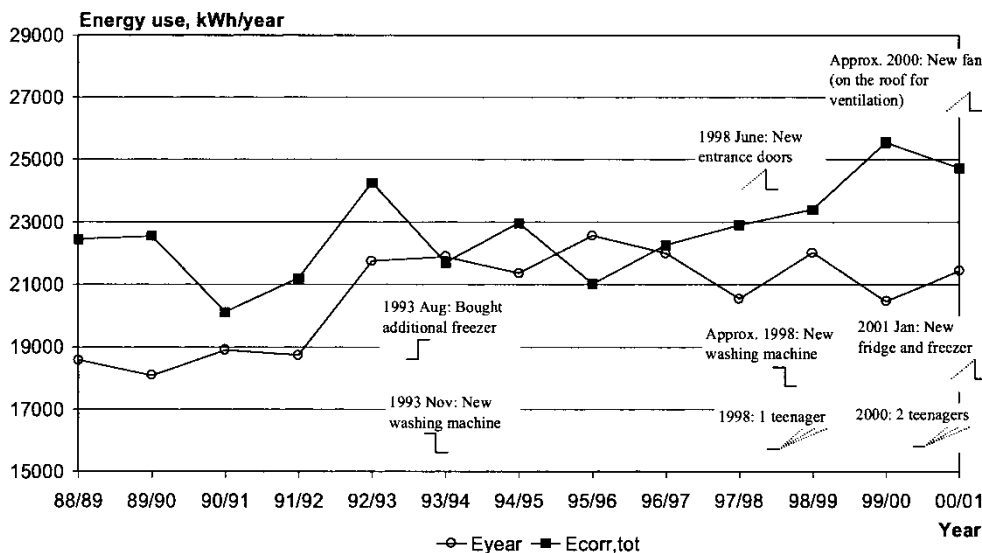


Figur 3. Årligt energiforbrug for 38 ens boliger i Borås, som er målt over en periode fra 1988 til 2001. Hver prik viser energiforbruget for en bolig et givet år. Den optrukne linje viser gennemsnittet og den stiplede linje den langsigtede trend (Hiller, 2003).

I Figur 3 er vist et eksempel på målt energiforbrug gennem 13 år i en gruppe ens boliger på 104 m² opført omkring 1980 fra en bebyggelse i Borås. Den indtegnede linje er middelværdier, og det ses, at den er ret konstant gennem perioden. Punkterne viser de enkelte boligers forbrug – nogle ligger 20 - 40 % over og andre tilsvarende under middelværdien. Det oprindelige formål med undersøgelsen (Hiller, 2003) var at vise, at energiforbruget steg med tiden, fordi husene blev mere utætte – men som det ses, var det ikke virke-

ligheden. Det er sådanne forventede fejlforklaringer, som også bliver et af problemfelterne, som skal behandles under udviklingen af den automatiske energirammeberegning.

I praksis viser det sig, at forbruget i de enkelte huse varierer meget. For at undersøge det, kan der fx som i undersøgelsen i Figur 3 foretages interview af beboerne. De kan fx forklare en del af variationerne, som fx et lavere forbrug, når man har fået en ny fryser, eller højere forbrug fra teenager, som bader meget. Det bekræfter, at brugerne har stor betydning for energiforbruget. Et eksempel herpå kan også ses i Figur 4, som har relation til Figur 3.



Figur 4. Interview af brugere i de 38 boliger i Borås jf. Figur 3 om årsagen til ændringer i energiforbruget i forhold til det aktuelle energiforbrug og korrigeret for klima (Hiller, 2003).

Disse eksempler viser, at energiforbruget varierer på grund af bygning, klima og brugen, og at simuleringsmodellerne derfor skal tilknyttes en statistisk model, som kan fastlægge disse variationer og bruge dem aktivt i energirammeberegningerne. Resultaterne vil over store grupper af bygninger kunne give et realistisk og mere robust resultat, hvor man samtidig kan følge usikkerheden på beregningen og evt. tilføje forbedrende beregninger og analyser. For enkeltbygninger vil der være større variation i det praktiske energiforbrug, men som tidligere nævnte vil det kunne håndteres i praksis.

2.2 Adgang til informationer og databaser

Som baggrund for den automatiske energirammeberegning (auto-beregning) og kontrol af denne er der behov for data og informationer fra forskellige kilder, som kan vejes op mod hinanden, og dermed gør auto-beregningen mere valid.

Data fra Bygnings- og BoligRegistret (BBR)

Ved en auto-beregning af energirammen for eksisterende bygninger anvendes som grundlag de forskellige data som findes i BBR. Dette gælder fx oplysninger om byggeår, areal, antal etager, anvendelse (fx til bolig, kontor, butik osv.) og form. Med den viden er der mulighed for at give et første kvalificeret skøn på typiske U-værdier og den totale energiramme for bygningen, da bygningen ved opførelsen typisk skulle overholde datidens bygningsreglement.

Denne metode blev bl.a. anvendt i 80'erne og 90'erne af Teknologisk Institut i analyser for Energistyrelsen i det såkaldte Eproj beregningsprogram (Teknologisk Institut, 1989). Eproj tog sit afsæt i BBR's forskellige registre suppleret med forskellige modeller for bygningens udformning. Det gav mulighed for dels at beregne de enkelte bygningsdeles omfang og at opbygge en fysisk model af bygningen samt at give første forslag til en energiprofil på de enkelte bygningsdele. Programmet er dog i dag noget forældet og kræver en modernisering, som kan nedbringe usikkerheden i beregningerne, men principperne herfra vil blive brugt i redegørelsen.

Arealsiden i BBR – med dens erkendte fejl - må dog betegnes som nogenlunde sikker. Det er fejl som fx manglende opdatering ved ombygning eller ændringer og manglende kontrol af indberetninger. Det er fejl, som man også lever med i mange forskellige økonomiske sammenhænge som fx forsikring, belåning og beskatning af bygninger. Der findes også andre oplysninger om bygningen og dens konstruktioner, som kan inddrages i analyserne. Det vil dog ikke blive inddraget flere oplysninger end der er nødvendigt for redegørelsen, men det kan vurderes på et senere tidspunkt, om brug af andre oplysninger, vil kunne forbedre modellen væsentligt.

Data om energibrug

For de fleste bygninger er det muligt at fremskaffe oplysninger om energiforbrug i form af fx forbrug af olie, naturgas, fjernvarme og elektricitet. Dette giver mulighed for at vurdere resultaterne fra den automatiserede energirammeberegning mod målte energiforbrug. Der skal her huskes at korrigere for udeklimaet og brugernes adfærd mv. I denne sammenligning mellem beregnet og faktiske forbrug skal man også være opmærksom på andre problemfelter. Fx udgør brændeovne og afgrænsning af forbruget i forhold til bygnings- og lejlighedsafgrænsninger problemfelter, som skal behandles.

Bygningsdeles omfang og energistandard

Energirammeberegningen skal give ejere, virksomheder og myndigheder en oversigt ikke blot over den samlede bygnings energitilstand, men også over energitilstanden for de centrale bygningsdele for forskellige bygningssegmenter. Der kan fx foretages en afgrænsning geografisk til fx en vej, en by, en kommune, et forsyningsområde eller en region. For hver bygningsdel vises omfanget i antal eller kvadratmeter samt dens energistandard. For nogle bygningsdele, som fx vinduer og varmepumper er der konkrete energimærkninger i produktcertificeringsordninger, som man også kan sammenligne med.

Bygningsdele omfatter konstruktioner, installationer og energiforsyning i bygningen herunder også alternativ energiforsyning. Konstruktioner er bygningens klimaskærm som omfatter: Ydervægge, vinduer/døre, tage og terrændækskonstruktioner. Installationer er fordelingsanlæg og faste apparater i bygningen som anvendes til følgende formål: Opvarmning, varmt brugsvand og ventilation. Der kan i tilknytning hertil også udarbejdes oversigter over enkeltkomponenter som fx antal termostatventiler, radiatorer, kedler og pumper. I analyser kan man også give vurderinger af, hvorledes el til belysning, husholdningsapparater, computere og maskiner mv. kan udgøre en markedsplatform, som også kan indgå i en nærmere vurdering.

Hver bygningsdel kan desuden opdeles i forskellige kategorier, som karakteriserer deres produktionsform, produktkategori og energistandard. Fx kan ydervægge opdeles i hule teglstensvægge, betonelementer og lette træfacader. En sådan kategorisering ligger op til forskellige efterisoleringsløsninger, som kan forbedre deres energistandard. En sådan kategorisering med tilhørende energistandard og energimærkning vil gøre det nemmere for leve-

randører og kunder at sammenligne priser. En sådan brug af auto-beregningen til en målrettet bygningsdels- og leverandørindsats vil kunne bidrage til en bedre konkurrence på samt udvikling af bedre og billigere energiløsninger.

I de senere år har man etableret et *Videncenter for energibesparelser i bygninger*, som har til huse på Teknologisk Institut, og hvis drift varetages af et konsortium under Energistyrelsen bestående af: Teknologisk Institut, Statens Byggeforskningsinstitut, Viegård og Maagøe samt Kommunikations-Kompagniet A/S www.byggeriogenergi.dk. I forhold til auto-beregningen arbejder de med nogle interessante værktøjer, som på sigt bør sammenknyttes med BBR-dataene. Det drejes sig primært om et energiforbedringskatalog, der kan bruges som reference for fastlæggelse af de enkelte bygningsdeles energistandard samt deres muligheder for energiforbedring. Dette katalog vil med fordel kunne videreudvikles og indpasses i auto-beregningen, og den vil også kunne indgå i en forenklet 3D-visualisering af bygningsmodeller og bygningsdeles energitilstand.

2.3 Internationale erfaringer med auto-beregning og mærkning

I arbejdet med energi i EU's byggedirektiv (Energy Performance of Buildings Directive) viser nationernes statusrapporter (EPBD, 2008), at Norge er det land som er længst med automatisk energimærkning. Man har i Norge forsøgt at etablere en energimærkningsordning med forskellige detaljeringsniveauer for registrering (www.energimerking.no). På det simpleste niveau bygger den norske energimærkning på ejerens egne registreringer og indberetninger af data for ejendommen (selv-registrering). Det mest detaljerede niveau bygger på en bygningsgennemgang af en akkrediteret bygningsagkyndig (ekspert) og en beregning af bygningens energimæssige ydeevne.

Selv-registrering af bygninger er kun mulig for boliger, og der kan på dette niveau vælges mellem to forskellige detaljeringsniveauer: Enkel registrering og avanceret registrering. Energimærkning af erhvervsbygninger skal gennemføres af en akkrediteret byggesagkyndig.

Selv-registrering - Enkel registrering:

Metoden kan bruges i forbindelse med boliger (småhuse, rækkehuse, lejligheder), hvor der ikke er gennemført efterisolering eller udskiftning af vinduer.

Selv-registrering - Avanceret registrering:

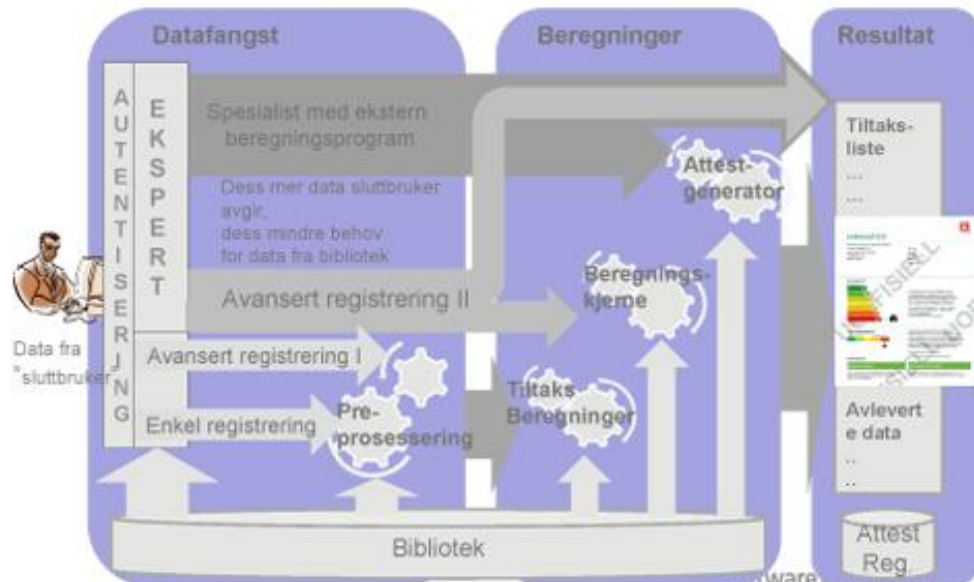
Metoden kan bruges på boliger og bygninger med tilbygninger, eller hvor der er gennemført energiforbedringer som fx isolering af tag eller udskiftning af vinduer. Ved denne metode er det også muligt at angive mere detaljerede informationer om isoleringstykkelser og specificering af vinduesarealer.

For at gennemføre en energimærkning ved selv-registrering skal følgende information gives inden for følgende temaer:

- Bygningskategori: Bygningstype, byggeår m.m.
- Teknisk udstyr: Opvarmning og ventilation
- Målt energiforbrug over de seneste tre år. – Kun 'avanceret registrering'
- Arealdetaljer: Bygningsform, orientering m.m. – Kun 'avanceret registrering'
- Bygningsdetaljer: Tilbygning, renovering m.m. – Kun 'avanceret registrering'

Vælges 'enkel registrering' benyttes standardværdier for de data, som ikke er specificeret. Det er intentionen, at 'enkel registrering' resulterer i en mere

konserverativ energimærkning end 'avanceret registrering'. Derudover forventes det, at en energimærkning ved en akkrediteret byggesagkyndig (ekspert) vil give den mest korrekte beregning af energiforbruget og en mere positiv energimærkning. Beregningen sker her ved hjælp af et godkendt beregningsprogram. Proceduren i den norske mærkning er illustreret i Figur 5.



Figur 5. Oversigt over indholdet i den norske energimærkningsordning, hvor de forskellige detaljeringsniveauer i registrering er vist i de vandrette flow (www.energimerkning.no).

Man har opnået mange gode erfaringer med selv-registrering i forbindelse med energimærkning i Norge, og der er mange forhold man diskuterer, hvordan den kan forbedres. Fx siger Olav Isachsen i NVE: "Riktignok er det mye man kan diskutere ved den norske ordning og merke-systemer. Men i våre øyne har det vært ganske vellykket". Han opplyser samtidig, at de er i gang med at oppsummere erfaringerne bl.a. i spørreskemaundersøgelser til almenheten, eksperter, brugere, ejere og almenheten, men at disse resultater ikke foreligger endnu.

Det vil derfor i det fremtidige danske udviklings- og implementeringsarbejde være interessant af følge de norske erfaringer og ændringsforslag samt ordningens effekt på bolig- og erhvervsejendomsmarkedet nærmere. Man kunne med fordel evt. også indlede et nærmere samarbejde om analyse og udvikling, som bl.a. brugte erfaringerne fra den seneste evaluering (Dokka, 2011).

2.4 Forventninger til resultat og hypoteser for udvikling

Med baggrund i ovenstående erfaringer og problemstillinger er der opstillet en liste over ønsker og forventninger til en automatisk energirammeberegning og -mærkning. Den kan desuden virke som et oplæg til hypoteser for forskning på området og anvendes til planlægning og fokusering af den fremtidige udviklingsindsats. Listen har desuden været grundlaget for det videre arbejde i redegørelsen med beregningsmodel, afprøvning og forslag til fremtidig realisering, som er beskrevet i de efterfølgende kapitler. Listen er ordnet under følgende overskrifter:

- Energiberegningsmodel for bygninger under standardbetingelser
- Forbrugsmønstre og forsyningssituationen vurderes
- Afprøvning og implementering af de enkelte elementer.

Auto-beregning under standardbetingelser:

1. Den skal kunne beregne bygningens forskellige arealer herunder også arealer på de centrale bygningsdele, som er grundlaget for beregning af bygningens energiramme.
2. Den skal indeholde en beskrivende energiklassifikation af centrale bygningsdele både vedrørende bygningens klimaskærm (tag, facader, vinduer og terrændæk) og bygningens installationer (varme, varmt vand, ventilation, el, fordeling og produktion i bygningen), som både dækker deres oprindelige tilstand, forbedringsmuligheder og fremtidige løsninger.
3. Den skal kunne beregne det forventede energiforbrug for den enkelte bygning og for dens centrale bygningsdele i forhold til standardbetingelser og beregningsprincipper som fx angivet i Be06 og senere udgaver. Beregningerne skal både kunne foretages i forhold til dens oprindelige tilstand, den nuværende tilstand og for forskellige muligheder for forbedringer af energitilstanden. Resultatet skal kunne præsenteres i forskellige energiklasser for bygningen og gerne også i forhold til fx følgende forskellige energiformer: El, gas, olie, fjernvarme, biobrændsel og alternativ energiforsyning.
4. Den skal bygge på data fra Bygnings- og BoligRegistret (BBR) og i første omgang på en kalibrering i forhold til erfaringerne fra energimærkningsordningerne for bygninger og forsyningsdata. I senere trin kan kalibreringen også foregå i forhold til forskellige produktmærkningsordninger og andre registre i fx forsyningsselskaber, banker, forsikringsselskaber ol.
5. Den skal indeholde en vurdering af de statistiske variationer og usikkerheder på de enkelte elementer i beregningen og den samlede beregning. Denne vurdering kan være et godt grundlag for en senere prioritering af implementering og udvikling af modellen.
6. Den skal udføres for nogle udvalgte bygningseksempler, som kan illustrere beregningsprincippet, og der skal foretages en vurdering af, hvorledes den kan generaliseres til et stort antal forskellige bygninger inden for det samme bygningssegment. Blandt de omkring 25 bygningssegmenter, som den samlede bygningsmasse kan opdeles i jf. BBR, skal der udvælges væsentlige segmenter, som kan være opdrejningspunktet for udvikling og fremtidig realisering.
7. I supplement til punkt 1-6 skal der udarbejdes og ajourføres strategi og plan for, hvorledes de enkelte elementer i auto-beregningsmodellen trinvis kan udvikles og realiseres over tid, og hvilke erfaringer man i de første trin med fordel kan drage nytte af i det videre realiseringsarbejde.

Forbrugsmønstre og forsyningssituationer vurderes:

1. Betydningen af variationer i det ydre klima i forhold til de forskellige forsyninger.
2. Betydningen af forskellige brugsmønstre for boliger, erhverv, service og andre bygningsanvendelser i forhold til de forskellige forsyninger.
3. CO₂ belastningen i forhold til de forskellige forsyninger.
4. I supplement til punkt 1-3 udarbejdes og ajourføres strategi og plan for, hvorledes de enkelte forbrugs- og forsyningselementer trinvis kan udvikles og korreleres med energiberegningsmodellen for bygninger.

Afprøvning og implementering af de enkelte elementer:

1. Der udarbejdes strategi og plan for, hvorledes man trinvis kan afprøve og implementere de enkelte elementer på de forskellige bygningssegmenter.

2. Der udarbejdes strategi og plan for, hvorledes man trinvist kan afprøve og implementere elementer og bygningssegmenter i forskellige forsynings- og planområder i landet.
3. Der udarbejdes oplæg til, hvorledes udvikling, afprøvning og implementering af de enkelte elementer i energiberegningsmodellen, forbrugsmønstre og forsyningsituation kan udbydes, så den automatiske energirammeberegning kan realiseres på landsplan.
4. Der udarbejdes oplæg til, hvorledes en markeds- og brugerstyret incitaments model kan udvikles, som fx kan inddrage 3D-visualisering, internet dialog, producenter, byggeparter, mærkningsordninger og de enkelte brugergrupper mere aktivt i udvikling, afprøvning, implementering og kravstillelse og herigennem bidrage til en effektivisering af det samlede system for auto-beregning.

3. Metode til auto-beregning af energiforbrug

Dette kapitel, som er trin 2 i gennemførelsen, beskriver beregningsmetoden for en forenklet beregning af energiforbrug i bygninger baseret på oplysningerne i BBR. Beregningsmetoden er grundlaget for en automatisk energirammeberegning.

Da oplysningerne i BBR ikke er tilstrækkelige for en automatisk beregning, medfører det, at en del relationer i denne første version af beregningsmetoden er baseret på vurderinger, som er foretaget af SBI. Vurderingerne er foretaget bl.a. med baggrund i Eproj-programmet jf. bilag B (Teknologisk Institut, 1989), potentialeberegninger på SBI (Wittchen, 2009), kravene i de forskellige Bygningsreglementer (BR 61 – BR-S 98) samt drøftelser i forskergruppen på SBI. I tilknytningen til beregningerne er der også foretaget en vurdering af usikkerheden på de beregnede værdier.

Disse vurderinger af relationer og usikkerheder skal opfattes som første skøn, som får beregninger til at hænge sammen, og som i det efterfølgende udviklingsarbejde skal eftervises, dokumenteres og forbedres. Disse første usikre skøn bør forbedres trinvis i den rækkefølge, som nedbringer den samlede usikkerhed mest muligt jf. statistiske usikkerhedsmetoder (Bertelsen, 1987).

Det er valgt at beskrive beregningsmetoden med udgangspunkt i huse til boligformål, da det er dette område, der har været i fokus i beregningseksemplerne i kapitel 4 og afprøvningen i kapitel 5. Metoden kan dog også anvendes på huse til andre formål og anvendelser. Gennemgangen af den forenkledede metode til beregning af energiforbruget sker i samme rækkefølge som en automatisk beregning (auto-beregning) og automatisk energimærkning (auto-energimærkning) vil blive gennemført. Metoden beskrives under følgende punkter:

- 1 Anvendte BBR-oplysninger
- 2 Geometrisk modul i beregningen
- 3 U-værdimodul i beregningen
- 4 Energiberegningsmodul
- 5 Primære beregningsresultater
- 6 Sekundære beregningsresultater
- 7 Usikkerhed på enkeltværdier
- 8 Auto-energimærkning
- 9 Følsomhedsanalyse på resultatet.

Metoden er begrænset af følgende oplysninger og antagelser:

- Oplysninger fra BBR
- Antagelser baseret på oplysninger i BBR
- Antagelser ud fra gældende bygningsreglement på bygningens opførelsestidspunkt
- Antagelser fra erfaringer fra tidligere projekter om energiberegning.

En oversigt over de anvendte koder og forklaring af dem er vist i bilag C.

3.1 Anvendte BBR-oplysninger

Som grundlag for at beregne energiforbrug for en bygning anvendes følgende oplysninger fra BBR:

- 1 Bygningens anvendelse (felt 203)
- 2 Opførelsesår (felt 207)
- 3 Til- eller ombygningsår (felt 209)
- 4 Beboelseslejligheder (felt 205)
- 5 Boligareal (felt 217)
- 6 Etager (felt 220)
- 7 Bebygget areal m² (felt 219)
- 8 Udnyttet tagetage m² (felt 222)
- 9 Samlet kælderareal m² (felt 223)
- 10 Ydervægsmateriale (felt 211)
- 11 Tagdækningsmateriale (felt 212)

Ad 1. Bygningens anvendelse (felt 203)

Energiberegning på bygninger til beboelse. Det betyder at beregningen sker for alle bygninger som indeholder disse koder:

- 110 stuehus
- 120 enfamiliehus
- 130 række, kæde og dobbelthus
- 140 etageboligbebyggelse
- (150 kollegium)
- (160 døgninstitution)
- 190 anden helårsbeboelse

De i parentes nævnte bør kunne inkluderes men først efter testberegninger.

Ad 2. Opførelsesår (felt 207)

Denne information bruges til at bestemme hvilket bygningsreglement som gældt på opførelsetidspunktet.

Ad 3. Til- eller ombygningsår (felt 209)

Hvis der er et årstal her, er bygningen ombygget eller tilbygget med bygningsdele udført efter det gældende bygningsreglement på det tidspunkt. Efter oplysning fra EBST vil BBR oplysninger ikke indeholde renoveringer med mindre de medfører en ændring af arealet for bygningen. Det betyder, at arealet er ændret i ombygningsåret, men det er ikke muligt at se, hvor meget der blev bygget til. Er der bygget til flere gange vil kun det seneste ombygningsår være registreret.

Vurdering:

Det vurderes, at dette typisk vil være enfamiliehuse, hvor der sker tilbygning med en forøgelse af bebygget areal. For enfamiliehuse vurderes en typisk tilbygning til 25 %. Det betyder for disse bygninger, at 75 % af arealer er isoleret efter opførelsesår, og 25 % er isoleret efter ombygningsår.

Ad 4. Antal beboelseslejligheder (felt 205)

Dette tal benyttes, hvis der til flerfamiliehuse ønskes beregnet et forbrug pr. lejlighed i stedet for samlet for bygningen.

Ad 5. Boligareal (felt 217)

Anvendes ved at beregne tilskudsvarme til bygningen.

Ad 6. Antal etager (felt 220)

Anvendes ved beregning af bygningens geometri.

Ad 7. Bebygget areal m2 (felt 219)

Anvendes ved beregning af bygningens geometri.

Ad 8. Udnyttet tagetage m2 (felt 222)

Anvendes ved beregning af bygningens geometri.

Ad 9. Samlet kælderareal m2 (felt 223)

Anvendes ved beregning af bygningens geometri.

Ad 10. Ydervægsmateriale (felt 211)

Oplysningen om ydervægsmaterialet benyttes til at opdele ydervægge i tunge eller lette ydervægge, da BygningsReglementet (BR) indeholder forskellige krav.

Tunge vægge

Hertil regnes bygninger med ydervæg af:

- Mursten
- Letbeton
- Bindingsværk
- Betonelementer
- Uoplyst.

Ca. 67 % af alle vægge er tunge.

Lette vægge

Hertil regnes bygninger med ydervæg af:

- Plader af asbestcement
- Træbeklædning
- Metalplader
- Andet materiale.

Ad 11. Tagdækningsmateriale (felt 212)

Oplysningen om tagdækningsmaterialet giver ingen information om, hvordan tagkonstruktionen ser ud. Men det er alligevel muligt at vurdere, hvilke bygninger, hvor der er mulighed for en efterisolering på loftet. En bygning med skråt tag kan forholdsvis billigt efterisoleres, mens en efterisolering på et fladt tag er dyrere.

Bygninger med skråt tag omfatter disse tagdækningsmaterialer, da de ikke kan benyttes til et fladt tag:

- Skifer, asbestcement
- Cementsten
- Tegl
- Stråtag.

Samlet udgør disse tagdækningsmaterialer 70 %.

Bygninger med fladt tag omfatter disse tagdækningsmaterialer:

- Built-up (6 %)

For de øvrige tagdækningsmaterialer kan hældningen varieres fra fladt til skråt tag, og det gælder:

- Tagpap
- Metalplader
- Andet materiale
- Uoplyst.

Disse oplysninger benyttes pt. ikke i den efterfølgende auto-beregning, men vil måske komme ind i senere udgaver.

3.2 Geometri modul i beregningen

For at beregne bygningens arealer for væg, gulv og tag samt volumen må geometrien bestemmes. I BBR findes ingen oplysning om etagehøjden.

Bygninger uden tag og kælder

For bygninger uden tag og kælder dannes en kasseformet model. Top giver tag, sider giver vægge, og bund giver gulv. I BBR findes oplysning om bebygget areal, som kan anvendes som grundlag for beregning af andre arealer og volumener.

Antagelse:

- **Tagareal (TA)** er lig med bebygget areal (BBA): $TA = BBA$
- **Gulvareal (GA)** er lig bebygget areal (BBA): $GA = BBA$.

Vurdering:

Længde/breddeforhold for bygninger varierer, men det viser sig i praksis kun at give lille indflydelse. For en automatisk beregning antages derfor typiske værdier for bygningsbredden (BB):

- Enfamiliehuse inklusive stuehus, række-, kæde- og dobbelthus samt anden helårsbeboelse: 9 m.
- Flerfamiliehuse inklusive kollegier og døgninstitutioner: 12 m.
- Det betyder at længden (BL) bliver 'bebygget areal/bredden': $BL = BBA/BB$.

Antagelse:

Etagehøjden (EH) kan antages at være:

- Enfamiliehuse inklusive stuehus, række, kæde og dobbelthus samt anden helårsbeboelse: 2,8 m
- Flerfamiliehuse inklusive kollegier og døgninstitutioner: 3,0 m.

Volumen (VOL) kan nu beregnes som længde gange bredde gange antal etager (AET) gange etagehøjden: $VOL = BL * BB * AET * EH$.

Vægarealet (VA) beregnes som 'længde + bredde' gange 2 gange etagehøjden gange 'antal etager': $VA = (BL + BB) * 2 * EH * AET$.

Bygninger med udnyttet tagetage

Har bygningen udnyttet tagetage, som er mindre end eller lig bebygget areal, beregnes et ekstra vægareal ud fra en kasseform. Da kassen placeres ovenpå bygningskassen bliver der ikke noget ekstra gulv- eller tagareal, men mere vægareal.

Tagetagens længde (BL_T) regnes som bygningens længde: $BL_T = BL$.

Tagetagens bredde (BB_T) bliver areal af tagetagen (TAA) delt med tagetagens længde (BL_T): $BB_T = TAA / BL_T$.

Tagetagens volumen (VOL_T) kan nu beregnes som længde gange bredde gange etagehøjden: $VOL_T = BL_T * BB_T * EH$.

Tagetagens vægareal (VA_T) beregnes som 'tagetagens længde + tagetagens bredde' gange 2 gange etagehøjden: $VA_T = (BL_T + BB_T) * 2 * EH$.

Bygninger med kælder

Har bygning kælder, som er mindre end eller lig bebygget areal, beregnes et kældervælgareal ud fra en kasseform. Da kassen placeres under bygningskassen bliver der ikke noget ekstra gulv- eller tagareal, men alene ekstra kældervælgareal.

NB! Der regnes med, at hele kælderarealet er opvarmet, selvom det ikke er godkendt som boligareal.

Kælderens længde (BL_K) regnes som bygningens længde: $BL_K = BL$.

Kælderens bredde (BB_K) bliver areal af kælder delt med kælderens længde: $BB_K = KAA / BL_T$.

Kælderens volumen (VOL_K) kan nu beregnes som længde gange bredde gange etagehøjden: $VOL_K = BL_K * BB_T * EH$.

Kælderens vælgareal (VA_K) beregnes som 'kælderens længde + kælderens bredde' gange 2 gange etagehøjden: $VA_K = (BL_K + BB_K) * 2 * EH$.

Arealer som benyttes i energiberegningerne

Nu findes de arealer som skal benyttes i energiberegningerne.

Tagarealet (TA) er beregnet for bygningskassen og bliver lig bygningsarealet BBA : $TA = BBA$.

Der kunne her godt have været differentieret mellem fladt tag og skråt tag, og der kunne være tillagt areal for tagudhæng. I denne forenklede beregning har vi valgt at se bort fra disse merarealer. Det kan være et af disse forhold, man senere tager op, når beregningen skal forbedres.

Gulvarealet (GA) er beregnet for bygningskassen og bliver lig bygningsarealet BBA : $GA = BBA$.

Vælgarealet i alt (SUM_VA) er beregnet som summen af vælgareal for bygningskasse plus vælgareal for tagetagekasse: $SUM_VA = VA + VA_T$.

Kældervælgareal (VA_K) er beregnet for kælderkasse.

Volumen af bygningen (SUM_VOL) er summen af volumen for bygningskasse plus tagkasse plus kælderkasse: $SUM_VOL = VOL + VOL_T + VOL_K$.

Det betyder, at der ikke tages hensyn til, at nogle konstruktioner findes indenfor volumen. For etageboliger vil trappeareal også være en del af volumen.

Vinduer

Inden vi forlader geometrien skal arealet af vinduerne i bygningen også findes. Vinduerne er meget dårligere varmeisoleret end resten af klimaskærmen, men samtidig kan de også bidrage til en passiv solopvarmning af bygningen. Der er dog ingen oplysninger om vinduesarealer eller rudetyper i BBR, så derfor er disse størrelser vurderet af SBI.

Vurdering:

SBI vurderer, at for de fleste boliger opført før 1960 udgør vinduerne ca. 15 % af facaden. Denne procentsats er typisk lidt højere i etageboliger end i en-

familiehuse. SBI's vurdering er, at vinduesarealet (VIN) typisk vil have følgende værdier i forhold til facadearealet (VA):

- Enfamiliehuse og stuehuse
 - Før 1999 15 %
 - Fra og med 1999 22 %
- Etageboliger og andre boliger
 - før 1961 15 %
 - 1961-1978 20 %
 - Fra og med 1979 25 %

Dette gælder for vinduer i bygningens vægareal. For kældre regnes med ingen vinduer. For tagetager regnes med et vinduesareal (VIN_T) på 10 %.

Vinduesareal for bygningen (VIN_AR) kan nu beregnes ud fra opførelsesår og evt. tagetage: $VIN_AR = VA * VIN + VA_T * VIN_T$.

Resterende vægareal (VA_BYG) beregnes til: $VA_BYG = SUM_VA - VIN_AR$.

3.3 U-værdimodul i beregningen

U-værdier for bygningsdele vurderes ud fra BR fra det tidspunkt bygningen er opført. Det vil sige BR61, BR67, BR72, BR77, BR82, BRS 85, BRS85 rev, BR 95, BRS-98, BR08.

I Figur 6 ses en tabel over disse krav i de forskellige BR'er, idet der er benyttet følgende fem U-værdier:

- U-ydervæg W/m²K Ydervæg U-værdi
- U-kældervæg W/m²K Kældervæg U-værdi
- U-gulv W/m²K Gulv U-værdi
- U-tag W/m²K Tag U-værdi
- U-vinduer W/m²K Vinduer U-værdi

Bygningsdel	BR 61	BR 67	BR 72	BR 77	BR 82	BR-S 85	BR-S 85 rev.	BR 95 BR-S 98
Ydervægge, tunge, mod jord	1,1	1,1	1,00	0,40	0,40	0,40	0,40-0,35	0,30
Ydervægge, lette	0,5	0,5	0,60	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20
Kælderydervægge						0,40	0,40	0,30
Skillevægge uopvarmede rum	1,7	1,7	2,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40
Terrændæk	0,4	0,4	0,45	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20
Terrændæk med gulvvarme								0,15
Gulve over vent. krybekældre	0,5	0,5	0,60	0,60	0,30	0,30	0,30	0,20
Etageadskillelser over det fri	0,4	0,4		0,45	0,20			0,20
Etageadskil. mod uopv. rum	0,5	0,5	0,60	0,40	0,20	0,50		0,40
Loft- og tagkonstruktioner	0,4	0,4	0,45	0,20	0,20	0,20	0,20	0,15
Flade tage og skråtag	0,4	0,4						0,20
Yderdøre, porte og lemme				2,00	2,00	2,00	2,00	1,80
Vinduer mm.			2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	1,80

Figur 6. U-værdier i W/m²K for de forskellige bygningsdele, som de er angivet som minimums krav i de forskellige BygningsReglementer (BR).

Der kræves lidt supplerende oplysninger for at kunne vælge de rette værdier i tabellen eller supplere med manglende data. Disse oplysninger er baseret på SBI's vurderinger.

For tunge ydervægge (ydervægge > 100 kg/m²) kan følgende værdier benyttes før 1961 anvendes:

- Før 1930 1,20 W/m²K
- 1931-1950 1,50 W/m²K
- 1951-1960 1,50 W/m²K.

For lette ydervægge (ydervægge < 100 kg/m²) kan følgende værdier benyttes før 1961 anvendes:

- Før 1930 1,50 W/m²K
- 1931-1950 1,80 W/m²K
- 1951-1960 1,80 W/m²K.

For kælderydervægge kan følgende værdi benyttes før 1985:

- Før 1985 0,60 W/m²K.

For gulve er der ingen oplysninger i BBR, om det er terrændæk eller gulv over ventileret kryberum. SBI vurderer, at man kan regne som terrændæk supplement med:

- Før 1961 1,00 W/m²K.

For tag benyttes linjen for 'Loft og tagkonstruktioner' suppleret med følgende værdier:

- Før 1950 0,97 W/m²K
- 1951-1960 0,60 W/m²K.

For vinduer benyttes linjen 'Vinduer' suppleret med følgende værdier:

- Før 1930 3,70 W/m²K
- 1931-1971 2,90 W/m²K.

3.4 Energiberegningsmodul

Energiberegningsmodulet indeholder moduler for beregning af:

- Transmissionstab
- Ventilationstab
- Tilskudsvarme
- Energiforbrug.

Modul for beregning af transmissionstab

Beregningen af transmissionstabet sker ved at gange arealer med U-værdier og summere disse:

- Totalt transmissionstab (W/C) =
- Væg: areal * U-værdi (efter årstal) +
- Tag: areal * U-værdi (efter årstal) +
- Vinduer: areal * U-værdi (efter årstal) +
- Kældervæg: 0,7*areal * U-værdi (efter årstal) +
- Gulv: 0,7*areal * U-værdi (efter årstal).

$TRANS = VA_BYG * U_ydervæg + TA * U_tag + VIN_AR * U_vinduer + 0,7 * (VA_K * U_kældervæg + GA * U_gulv).$

For kældervægge og gulve går en del af varmetabet til jorden og ikke til udeluften, som beregningsmæssig er koldere om vinteren. Jordtemperaturen antages at have en konstant temperatur på 12° C. Det giver et reduceret varmetab, som vurderes til 30 % reduktion. Disse varmetab ganges derfor med 0,7.

NB! Hvis bygningen er tilbygget regnes som nævnt med 75 % af arealer med U-værdi efter opførelsestidspunkt og 25 % efter ombygningstidspunkt.

Modul for beregning af ventilationstab

Volumen af bygningen er beregnet ud fra den geometriske model. Som tidligere nævnt tages der ikke hensyn til, at volumen også indeholder konstruktioner og ikke fuldt opvarmede områder som trapper eller kældre.

Vurdering:

Ventilationsgraden vurderes af SBi til at svare til et luftskifte (LS) (gange pr. time), som varierer i forhold til bygningstyperne som følge:

- Enfamiliehuse:
 - Før 1961 0,45 1/h
 - 1961-1978 0,40 1/h
 - Fra 1979 0,35 1/h.
- Etageboliger og rækkehuse:
 - Før 1978 0,70 1/h
 - 1979-2005 0,60 1/h
 - Fra 2006 0,50 1/h.

Ventilationstab VENT (W/C) beregnes som volumen * luftskifte * 0,34 (luftens varmekapacitet): $VENT = SUM_VOL * LS * 0,34$.

Modul for beregning af tilskudsvarme fra sol, personer, udstyr m.v.

Det er teoretisk muligt, at beregne solindfald gennem vinduer, men da der er usikkerhed med arealer og også orientering af vinduer, er det noget som giver stor usikkerhed. Tilskud fra personer, udstyr og lignende er også usikker. Dertil skal lægges, at kun en del af tilskudsvarme vil kunne komme huset til gode ved at give et lavere energiforbrug. Da antal beboere i boligerne ikke er kendt, og resultaterne skal være gyldige uafhængig af de aktuelle beboere, vælges en fast værdi. Disse sammenhænge er derfor vurderet af SBi jf. forklaringen i starten af kapitel 3.

Udnyttet tilskudsvarme (TIL): $TIL = 55 \text{ kWh/m}^2$, hvor sol udgør ca. 28 kWh/m².

Modul for beregning af energiforbrug

For at kunne beregne energiforbruget er det nødvendigt at kende inde- og udetemperaturen i vinterperioden. Der regnes med en indetemperatur på 20 C. Den traditionelle opvarmningssæson går fra 24/9 til 15/5 eller 7,5 måneders. Middel udetemperaturen er i denne periode typisk 3,5 – 4,5 C. Ud fra dette kan beregnes et graddagstal på 3.600. I beregningen bruges et gradtimetal.

Gradtimetal (GTT): $GTT = 86.400 \text{ C}^*\text{h}$.

Energi for transmission er transmissionstab (W/C) * gradtimetal / 1.000 kWh.

Energi for ventilationstab er ventilationstab (W/C) * gradtimetal / 1.000 kWh.

Der regnes med tilskudsvarme for det samlede boligareal, som ikke indeholder mere kælderareal, end det som er godkendt til beboelse.

Tilskudsvarme er udnyttet tilskudsvarme * samlet boligareal (BOA).

Energiforbrug (EX) for bygningen bliver 'Energi for transmission' plus 'Energi for ventilation' minus 'Tilskudsvarme' (kWh/år): $EX = (TRANS + VENT) * GTT / 1.000 - TIL * BOA$.

3.5 Primære beregningsresultater - energiforbrug

Det primære beregningsresultat er energiforbrug for de enkelte bygninger i kWh/år, og det vises som:

- Øvre energiforbrug - EXØ
- Beregnet energiforbrug - EX
- Nedre energiforbrug – EXN.

Værdierne i kWh/år kan også udregnes som forbrug pr. m². Hvis beregningen skal følge metoden i den officielle energimærkningsordning, skal man anvende det opvarmede areal som grundlag.

Det opvarmede areal kan være det samme som boligarealet, men i tilfælde af at huset har kælder lægges dette areal til, da en kælder typisk er opvarmet selvom den ikke benyttes. Det er normalt for de boliger, vi har set på i redegørelsen, og som er energimærket. Er hele kælderarealet derimod godkendt som boligareal, skal det ikke lægges til for at få det opvarmede areal.

Opvarmet areal = Samlet boligareal (BOA) + Kælderareal (KA).

$\text{Energiforbrug/m}^2 = ES / \text{opvarmet areal}$.

Det er vigtigt at brug forholdet energiforbrug/m² som grundlag, hvis resultatet skal anvendes i en automatisk energimærkning af bygningen, da reglerne er baseret på energiforbrug/m².

Med baggrund heri er det også muligt at udregne de forventede energiforbrug for en gruppe udvalgte huse. Det kan fx være huse i en bestemt kommune af en bestemt type, og disse typer kan vælges ud fra BBR oplysninger om fx bygningstype, opførelsesår, bygninger uden kælder. De anvendelige parametre er fx dem der er nævnt i kapitel '3.1 Anvendte BBR-oplysninger'.

For de udvalgte grupper af huse beregnes et samlet energiforbrug beregnet som:

- Samlet energiforbrug = ('Summen af alle EXN + Summen af alle EXØ) / 2
- Estimeret spredning på energiforbruget, hvor spredning = kvadratroden af Summen af alle differencer i anden (EXØ - EXN)².

Denne beregning af spredningen forudsætter at husenes energiforbrug varierer tilfældigt. Det vil de typisk i et villakvarter med forskellige hustyper og forskellige opførelsesår osv. Eksempler på ikke tilfældige bebyggelser er et rækkehuskvarter med ens huse, som alle er efterisoleret på samme måde.

Rapporten beskriver beregningsmetoden for en forenklet beregning af forventet energiforbrug i bygninger baseret på oplysningerne i BBR

3.6 Sekundære beregningsresultater – arealer, volumen og varmetab

En del mellemresultater fra beregningen skal også kunne præsenteres, idet de kan være nyttige ved vurdering af forskellige muligheder for energibespa-

relser. De efterfølgende estimerede usikkerheder er baseret på SBi's erfaringer.

Volumen er interessant for vurdering af effekt af fx varmegenvinder i bygninger:

- Volumen af bygningerne, som SBI vurderer til en usikkerhed på $\pm 10\%$: SUM_VOL
- Summen af volumen for grupper af udvalgte huse: Summen af SUM_VOL for husgruppe.

Arealer af bygningsdele med estimeret usikkerhed $\pm 10\%$:

- Tagareal: TA
- Gulvareal: GA
- Vinduesareal: VIN_AR
- Vægareal kælder: VA_K
- Vinduesareal: VIN_AR
- Vægareal bygning: VA_BYG.

Tilsvarende gælder for U-værdier for bygningsdelene. Disse oplysninger giver mulighed for at beregne, fx hvor mange m^2 vinduer der er, og hvilke U-værdier de har. Dette giver mulighed for at vurdere, hvor mange m^2 vinduer, som har behov for efterisolering i forskellige områder eller forskellige tidsperioder.

Her er den estimerede usikkerhed af samme størrelse som for beregning af energiforbrug, og der anvendes tilsvarende procentsatser ud fra byggeår.

3.7 Usikkerhed på de enkelte parametre

Det beregnede energiforbrug er det bedste estimat på husets gennemsnitlige energiforbrug ud fra oplysningerne i BBR, men det kan være nyttigt at supplere det med en liste over de punkter, som indgår i beregningen, og som er vurderet.

Geometri:

- Bredde
- Længde
- Etagehøjde
- Volumen
- Tagetage og kælder bredde
- Tagetage og kælder længde
- Andel af vinduer
- Metode ignorerer komplekse geometriske bygninger.

U-værdier:

Specielt stor usikkerhed har bygninger før BR61. Efter 1961 vurderer SBI konstruktioners U-værdi at have lav usikkerhed i forhold til BR-regler:

- Konstruktion - væg, tag og gulv
- Vinduestype, antal glaslag, gennemskinneligt areal og orientering
- Der kan være foretaget efterisolering i bygningen. Ingen BBR-registrering nødvendig.

Energiberegning:

- Ombygning - hvor mange m^2 , og hvad der er bygget om er ukendt
- Ventilationsgrad
- Utæthed af bygningen
- Udnyttelig tilskudsvarme - sol, personer, brug af udstyr

- Gradtimetallet.

I praksis viser erfaringer, at der er stor variation i energibrug for de enkelte boligenheder, selv om de er ens. Det skyldes dels brugernes indflydelse og dels variationer i udførelse osv. Hvis vi regner på et antal boligenheder, så vil middelværdien vise mindre spredning, hvilket medfører at forbruget i en etagebolig skal være mindre end i et enfamiliehus.

Da denne beregning mest skal give et energiforbrug for bygningen, er det ikke rimeligt at tage hele usikkerheden ind for brugerne også.

En vurdering af usikkerheden afhænger af, hvornår bygningen er opført, og den gøres ved at antage, at en øvre og nedre grænse nogenlunde svarer til:

- at 25 % af husene ligger højere end den øvre grænse og
- at 25 % af husene ligger lavere end den nedre grænse.

De angivne variationer for øvre og nedre grænse for energiforbruget er en vurdering fra SBI ud fra erfaringer. En mere nøjagtig værdi ville kræve en større undersøgelse af målt og beregnet energibrug i mange huse. Det vurderes, at det ikke vil være realistisk på nuværende tidspunkt.

Øvre grænse (EXØ); $EXØ = EX * GRØ$:

- Før 1961: $EX * 1,25$ (det vil sige 25 % over)
- 1961-1971: $EX * 1,15$
- Fra 1972: $EX * 1,10$.

Nedre grænse (EXN); $EXN = EX * GRN$:

- Før 1931: $EX * 0,60$ (det vil sige 40 % under)
- 1931-1961: $EX * 0,70$
- 1962-1977: $EX * 0,80$
- 1978-1995: $EX * 0,85$
- Efter 1995: $EX * 0,90$.

Når den nedre grænse ligger væsentligt lavere er det begrundet i, at det er sandsynligt, at mange ældre huse er blevet efterisoleret, så energiforbruget ligger væsentligt under det beregnede.

3.8 Automatisk energimærkning (auto-energimærkning)

Den foreslåede metode til automatisk energirammeberegning kan herefter bruges til automatisk energiklassifikation og -mærkning (auto-mærkning) af de huse, som endnu ikke er blevet officielt energimærkede. En automatisk energimærkning foreslås gennemført på følgende måde:

- 1 Energiforbruget pr. m^2 beregnes ud fra den beskrevne beregningsmetode (EX), som er en slags gennemsnitsværdi. Brug af denne værdi som grundlag for auto-energimærkning betyder, at et antal huse vil få en dårligere energimærkning, hvis de undersøges af en energikonsulent som beregner og klassificerer huset efter dagens regler for energimærkning af huse. Det vil formentlig være 10 % der får en dårligere officiel energimærkning, medens 90 % får en bedre officiel energimærkning end den automatiske energimærkning.
- 2 Energiforbruget pr. m^2 beregnes dernæst ud fra den øvre grænseværdi for beregnet energiforbrug (EXØ). Brug af denne værdi betyder, at næsten alle huse får en bedre officiel energimærkning end auto-energimærkningen. Formentlig vil 98 % få en bedre officiel energimærkning end auto-energimærkningen.

Brugen af de to metoder – gennemsnitsværdi og øvre værdi - er nærmere sammenlignet i Figur 24 og Figur 29 for de 56 enfamiliehus og de 22 flerfamiliehus, som indgår i afprøvningen af metoden på to udvalgte boligområder i Helsingør Kommune. Af Figur 24 ses, at mange huse er auto-energimærket i de to laveste energiklasser F og G (43 af 56 enfamiliehuse – 78 %). Det hænger sammen med, at der er valgt et boligområde, hvor der er mange ældre huse. I Figur 29 for flerfamiliehusene er der endnu større andel af huse i de to laveste energiklasser F og G (21 af 22 flerfamiliehuse – 95 %).

Arealberegning

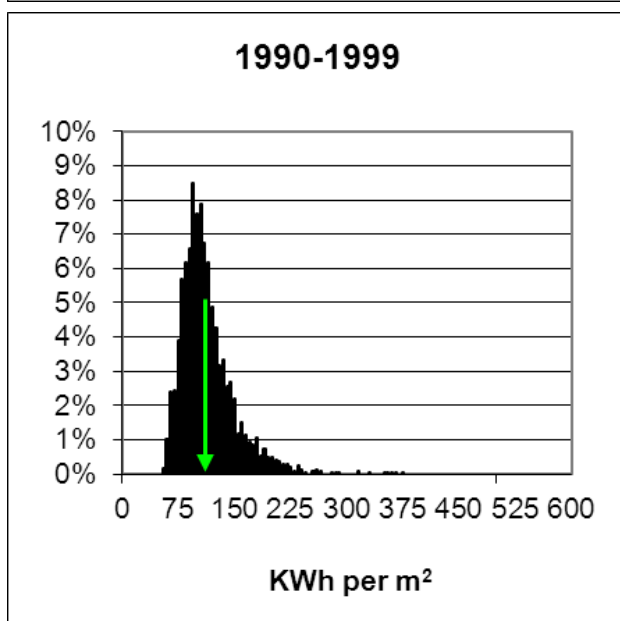
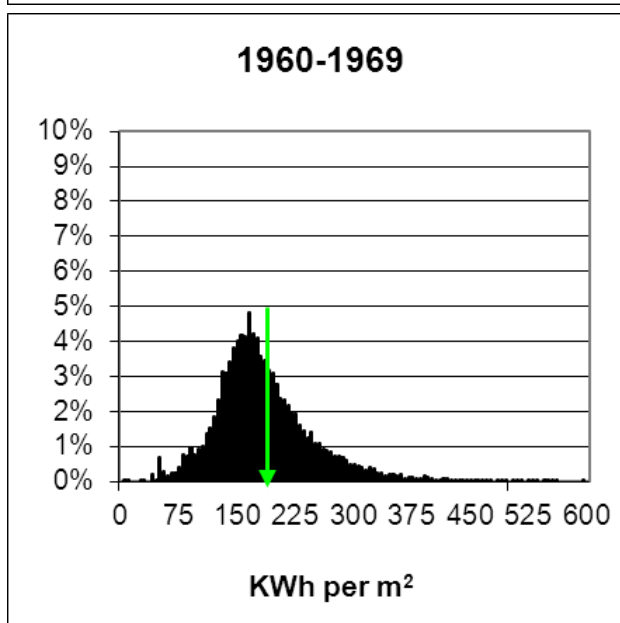
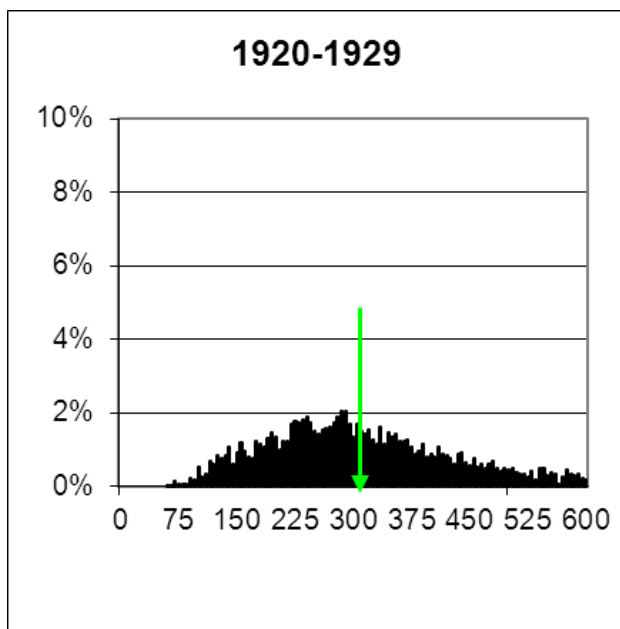
Boligarealet består typisk af bebygget areal gange antal etager plus areal af loftetage. I de fleste tilfælde er kælderen ikke en del af boligarealet. Ved beregning af arealet i den automatiske energiberegningsmetode anvendes opvarmet areal som grundlag, hvilket beregnes som boligarealet plus eventuelt kælderareal, som ikke er boligareal, men som typisk vil høre til det opvarmede areal. Dette bekræftes ved gennemgang af energimærkningsrapporter at være en rimelig vurdering. Dette stemmer også med andre erfaringer, idet de fleste vil have noget opvarmning i kælderen selvom den ikke er godkendt som boligareal. For bygninger uden kælder vil det opvarmede areal være lig boligarealet.

Hvis usikkerheden på energiberegningen skal forbedres foreslås det, at der udarbejdes en digitalmodel af bygningerne, og at ejerne og dennes rådgivere bruger den til ajourføring af BBR-data og egne energiberegninger mv. Dette vil reducere usikkerheden på arealer og volumen, så de beregnede energiforbrug bliver mere korrekte, hvilket derfor også gælder auto-energimærkningen.

Usikkerhed på auto-energimærkningen

Beregningsmetoden giver et energiforbrug for bygningen baseret på BBR-oplysninger og vurderinger ud fra typiske bygninger. Da vi ikke er sikre på 3D-geometrien, og hvilke arealer der er benyttet og opvarmet i de enkelte huse, er der en usikkerhed i forhold til det virkelige energiforbrug. Denne usikkerhed er størst for ældre huse og mindst for nyere huse. En væsentlig del af usikkerheden for ældre huse er, at vi ikke ved om de senere er blevet efterisoleret og energiforbedret. Det betyder, at der er større sandsynlighed for, at forbruget er lavere end det beregnede. For ældre huse er variationen fra 25 % over den beregnede værdi til 40 % under. For nye huse er variationen fra 10 % over til 10 % under den beregnede værdi.

Et eksempel på en sådan analyse findes i (Jensen, 2004), hvorfra også Figur 7 er hentet. Det fremgår heri, at de ældste huse fra 1920-29 har meget stor spredning og et højt middelenenergiforbrug. For næste periode 1960-69 er spredningen reduceret og middelværdien reduceret. For den sidste periode 1990-99 er spredningen yderligere reduceret og middelværdien reduceret. Dette stemmer med vurderingen af variationen i energiforbrug i denne rapport, men af figuren ses også, at man i det videre arbejde nok ikke skal arbejde med en normalfordeling, da de viste fordelinger er skæve. Forklaringer på forskellen mellem de tre tidsperioder er, at mange ældre huse er blevet efterisoleret, hvorfor det giver en stor spredning for ældre huse, medens de nye huse alle skal overholdet stramme krav for energiforbrug.



Figur 7. Eksempel på spredning af energiforbruget i bygninger opført i tre forskellige tidsperioder (Jensen, 2004).

3.9 Følsomhedsanalyse på den samlede auto-beregning

Som det sidste punkt i metoden foretages en følsomhedsanalyse (sensitivitetsanalyse) af auto-beregning og -mærkning, som kan anvendes til udpegning af forbedringsområder med størst betydning for resultatets sikkerhed. Analysen er illustreret ved beregning af et eksempel, som omfatter et enfamiliehus fra 1964, der har de i Figur 8 viste data.

Beregningen er foretaget med den beskrevne beregningsmetode med indsættelse af oplysninger for de ni nævnte parametre. Som analysemetode er anvendt en Monte Carlo simulering (Saltelli, 2004), hvor der indsættes tilfældige tal med de angivne fordelinger i den enkle auto-beregning. Med et stort antal beregninger fremkommer en fordeling af energiforbruget for huset. I det givne eksempel er der foretaget 10.000 beregninger, og resultatet er en fordeling af energiforbruget for huset som følger:

- Middelværdien er på 192 kWh/m²
- I 10 % af tilfældene er forbruget lavere end 157 kWh/m²
- I 10 % af tilfældene er forbruget højere end 226 kWh/m²
- 80 % af alle værdi ligger derfor mellem 157 og 226 kWh/m².

Beregningseksempel for enfamiliehus fra 1964

Geometriske parametre:

- Bygningens areal: 100 m² (middelværdi mellem 95-105 m²)
- Etagehøjden: 2,8 m (middelværdi mellem 2,4- 3,0 m)
- Længden af huset: Areal er fast og et forhold mellem længde og bredde
- Areal af vinduer i facaden: 15 % (middelværdi mellem 10- 25 %)
- Isolering af konstruktionsdele målt i W/m²K. Her tages hensyn til, at der er større sandsynlighed for senere efterisolering og dermed lavere U-værdi end højere U-værdi.
- Vægge typisk for opførelsesår: 1,1 W/m²K (middelværdi mellem 0,6-1,2 W/m²K)
- Vinduer typisk efter opførelsesår: 2,9 W/m²K (middelværdi mellem 1,6-3,0 W/m²K)
- Tag typisk efter opførelsesår: 0,40 W/m²K (middelværdi mellem 0,25-0,50 W/m²K)
- Gulv typisk efter opførelsesår: 0,40 W/m²K (middelværdi mellem 0,30- 0,50 W/m²K)

Andre parametre:

- Luftsiftet: 0,4 gange/time (middelværdi mellem 0,2- 0,6 gange /time)
- Indeklima: Beregnet med konstant standard værdi
- Udeklima: Beregnet med konstant standard værdi
- Tilskudsvarme fra personer, udstyr og sollys: Beregnet med konstant standard værdier

Figur 8. Data som er anvendt i eksempel på følsomhedsanalyse af automatisk energiramme-beregning og -mærkning af enfamiliehus fra 1964.

Sammenlignes denne spredning med den spredning, som er vurderet i kapitel 3.7 for denne type huse fra 1964, stemmer det udmærket overens.

Beregningseksemplet giver også mulighed for at vurdere følsomheden for de ni variable i auto-beregningen, og vi kan herigennem udpege de mest betydningssyldige parametre i forhold til deres indvirkning på den samlede usikkerhed. Dette angives som variansen i procent for den enkelte parameter samt en summeret procent, som det er vist i Figur 9.

Som det ses af Figur 9 er de ni parametre vist i den rækkefølge de har størst betydning for den samlede auto-beregnings usikkerhed. Den vigtigste parameter er væggenes U-værdi, dernæst kommer etagehøjde, luftsifte og vinduesareal, og til sidst de resterende U-værdier og bygningsarealet. Længde/bredde derimod har uvæsentlig betydning for den samlede beregnings usikkerhed.

Hvis man kan skaffe bedre oplysninger om de enkelte parametre vil den samlede beregning blive mere sikre. Det kan fx ske med baggrund i tegninger, opmålinger på huset samt oplysninger fra ejer og dennes rådgiver om

efterisolering og U-værdier. Med sådanne oplysninger vil usikkerheden hurtigt kunne bringes væsentligt ned. Oplysninger om luftskiftet er for tiden sværere at få supplerende oplysninger om, men med udviklingsmæssig fokus på dette forhold kan det måske også blive muligt i senere udviklingsfaser for modellen.

Parametre	Varians	Summeret varians
Væg U-værdi	36 %	36 %
Etagehøjde	19 %	55 %
Luftskifte	15 %	70 %
Vinduesareal % i stueetage	10 %	80 %
Tag U-værdi	7 %	87 %
Vinduer U-værdi	6 %	93 %
Bygningsareal	4 %	98 %
Gulv U-værdi	2 %	100 %
Længde/Bredde forhold	0 %	100 %

Figur 9. Den beregnede varians for hver af de ni parametre i følsomhedsanalysen på eksemplet fra Figur 8.

Grundlaget for udvikling af auto-beregningsmetoden vil derfor være en trinvis forbedringsmetode, hvor man forsøger at forbedre de parametre med størst usikkerhed ved at tilføje ny oplysninger, som kan reducere usikkerhed. Som et eksempel på en første forbedringsindsats kunne man arbejde med forbedring af oplysninger om:

- Vægges U-værdier
- Etagehøjden
- Vindues procent i stueplan.

Disse oplysninger vil uden store omkostninger til dataopsamling og programforbedringer kunne bidrage med en væsentlig reduktion af den samlede usikkerhed. Før disse forbedringer er på plads er der ikke behov for mere detaljerede oplysninger om luftskift, bygningsareal, længde/bredde forhold for bygningen og bygningens placering på grunden. I anden række kunne derimod se på dataforbedringer vedrørende de øvrige U-værdier.

4. Beregningseksempler og valg af segmenter

Det blev ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) i 80'erne (Rasmussen, 1980; Madsen, 1981) foretaget detaljerede beregninger for et antal boliger. For en del af disse har det været muligt at gå ind i Bygnings- og BoligRegisteret (BBR) og genfinde oplysningerne. I det efterfølgende er disse data anvendt som et første eksempel på anvendelse af den auto-beregning af energiforbruget, som er beskrevet i foregående kapitel. Sidst i kapitlet er desuden drøftet valg af bygningssegmenter, som grundlag for den videre udvikling og den efterfølgende afprøvning af metoden på boliger i Helsingør, som er beskrevet i næste kapitel.

4.1 Beregningseksempler for enfamiliehuse

Det blev ved DTU i 80'erne foretaget detaljerede beregninger for et antal enfamiliehuse. For en del af disse har det været muligt at gå ind i BBR registeret og genfinde oplysningerne. For fem huse er der foretaget en auto-beregnet med BBR-data, og resultatet er sammenlignet med de gamle beregninger. De detaljerede beregninger findes i bilag D.

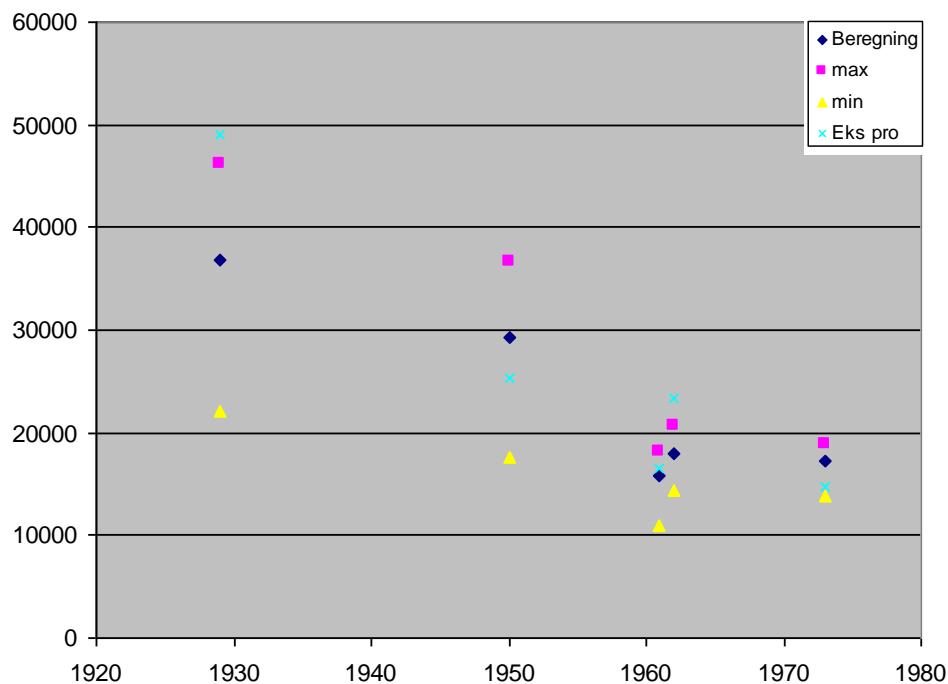
Årstal	1962	1929	1973	1961	1950
Bygningstype	Enfamiliehus	Enfamiliehus	Enfamiliehus	Enfamiliehus	Enfamiliehus
Bygning	1	1	1	1	1
Bygningsareal	77 m ²	93 m ²	133 m ²	84 m ²	93 m ²
Boligareal	130 m ²	161 m ²	133 m ²	84 m ²	93 m ²
Etager	1	1	1	1	1
Tagetage areal	53 m ²	66 m ²	0 m ²	0 m ²	0 m ²
Kælderareal	0 m ²	86 m ²	0 m ²	36 m ²	27 m ²
Konstruktion	Letbeton	Letbeton	Mursten	Mursten	Mursten

Årstal	1962	1929	1973	1961	1950
Auto-beregnet middelforbrug	17.950	36.865	17.214	15.742	29.341
Beregnet i eksamensprojekt	23.300	49.000	14.800	16.500	25.300
Auto-beregnet max grænse	20.642	46.081	18.935	18.104	36.676
Auto-beregnet min grænse	14.360	22.119	13.771	11.020	17.605

Figur 10. Auto-beregning med BBR-data af fem enfamiliehus, som er sammenlignet med detaljerede beregninger fra DTU-projekt (Madsen, 1981).

Beregningerne fra DTU-projektet skulle gerne ligge mellem de to ydergrænser fra auto-beregningen. Dette er tilfældet for huset fra 1950, 1961 og 1973. For huset fra 1929 og 1962 ligger værdierne lidt over max grænsen. For huset fra 1929 er der stor usikkerhed i de vurderede U-værdier, så det er ikke så mærkeligt, at denne ligger over. For huset fra 1962 er der tale om et halvandenplanshus, hvor modellen kan være mere usikker.

Variationerne kan reelt først vurderes efter gennemregning med flere eksempler.



Figur 11. Eksempel på auto-beregning (Beregning, max, min) af fem enfamiliehuse sammenlignet med resultat fra DTU-projekt (Madsen, 1981).

4.2 Beregningseksempler for etageboliger

Det blev ved DTU i 80'erne foretaget detaljerede beregninger for at antal etageboliger fra forskellige tidsperioder. For en del af disse har det været muligt at gå ind i BBR registeret og genfinde oplysningerne. For fire huse er der energiforbruget beregnet med auto-beregningsmetoden, som er beskrevet i foregående kapitel, og resultatet er sammenlignet med de gamle beregninger fra DTU-projektet. De detaljerede beregninger findes i bilag E.

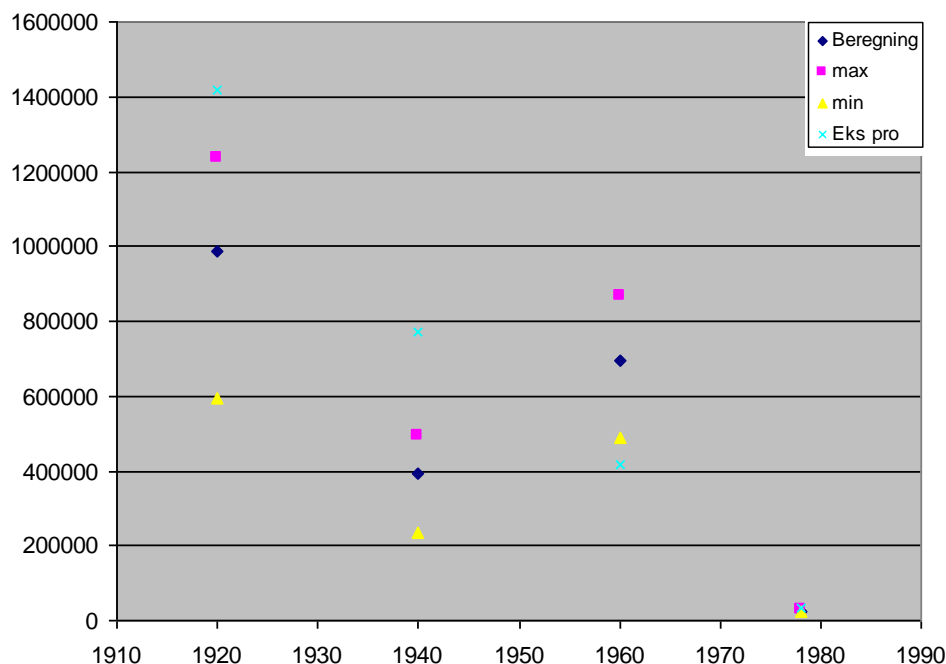
Årstal	1920	1940	1960	1980
Bygningstype	Etagebolig	Etagebolig	Etagebolig	Etagebolig
Bygning	1	1	1	1
Bygningsareal	1.722 m ²	625 m ²	1.458 m ²	183 m ²
Samlet boligareal	8.853 m ²	3.127 m ²	5.332 m ²	332 m ²
Erhverv	434 m ²			
Etager	5	5	4	1
Tagetage areal	811 m ²	495 m ²		149 m ²
Kælderareal	1.722 m ²		1.458 m ²	

Årstal	1920	1940	1960	1978
BBR-beregnet middelforbrug	987.851	394.460	695.471	26.102
Beregnet i eksamensprojekt	1.416.173	773.394	414.815	32.004
BBR-beregnet max grænse	1.234.813	493.075	869.339	28.712
BBR-beregnet min grænse	592.710	236.676	486.830	22.187

Figur 12. Auto-beregning med BBR-data af fire blokke med etageboliger, som er sammenlignet med detaljerede beregninger fra DTU-projekt (Rasmussen, 1980).

Beregningerne fra DTU-projektet skulle gerne ligge mellem de to ydergrænser. Dette er ikke helt tilfældet for etageboligerne. For de ældste blokke fra 1920 og 1940 gav DTU-projektet for høje energiforbrug. En del af dette kunne skyldes, at der i DTU-projektet regnedes med 1-lags glas. For blokken fra 1960 gav DTU-projektet lavere værdier end auto-beregningen. Det kunne hænge sammen med, at den forenkjede beregning antager trapperum som

opvarmede rum. For blokken fra 1980 gav DTU-projektet højere værdier end auto-beregningen. Det kan hænge sammen med, at bygningen er en tæt-lav bebyggelse, som typisk ikke er en firkantet blok, men en mere kompleks geometri, og som giver et højere varmetab.



Figur 13. Eksempel på auto-beregning (Beregning, max, min) af fire blokke med etageboliger sammenlignet med resultat fra DTU-projekt (Rasmussen, 1980).

4.3 Valg af bygningssegmenter

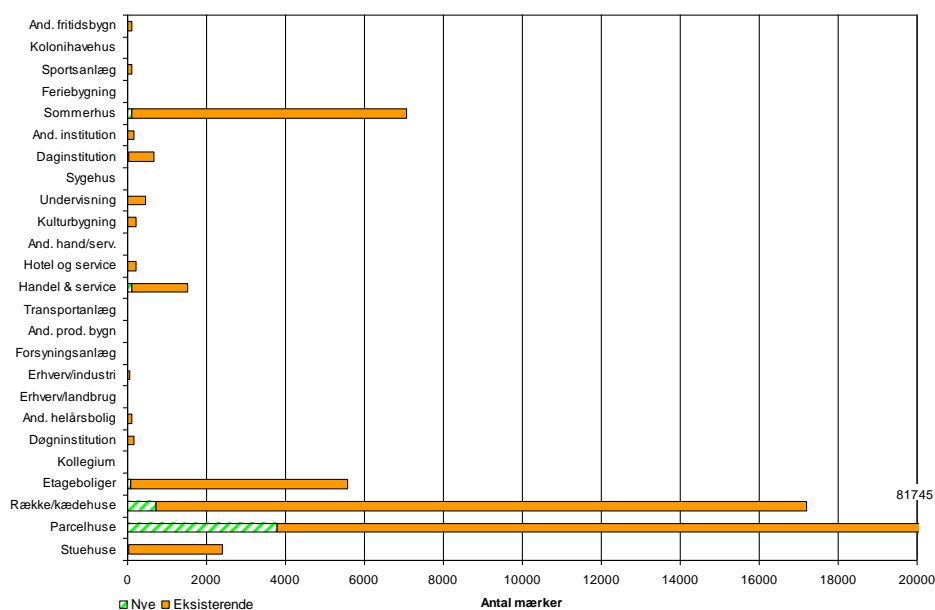
I BBR er bygninger bl.a. klassificeret ud fra deres adresse, opførelsesår, anvendelse, størrelse og ejerforhold, og et eksempel på anvendelsesklasser kan ses i Figur 14. I beskrivelsen af auto-beregningen i det foregående kapitel har man bl.a. inddraget opførelsesår og anvendelsen som parameter. Man må dog forvente, at der kan ske ændringer i BBR's klassifikationer i fremtiden, som man skal tage hensyn til. I forslag til ny anvendelsesklassifikation i BBR (Vogelius, 2009) foreslås bl.a., at anvendelsen deles i en formfacet og en funktionsfacet, hvor formfacetten beskriver bygningens form og ydre volumen ekskl. størrelsen. Se nærmere herom i bilag G.

Kode	Beskrivelse
100	Bygninger til helårsbeboelse.
200	Produktions- og lagerbygninger i forbindelse med landbrug, industri, håndværk, offentlige værker o. lign.
300	Bygninger til handel, transport, kontor, liberale erhverv, servicevirksomhed o. lign.
400	Bygninger til kulturelle formål samt institutioner.
500	Bygninger til fritidsformål.
900	Mindre bygninger til garageformål, opbevaring m.v.
100	Bygninger til helårsbeboelse.
110	Stuehus til landbrugsejendom.
120	Fritliggende enfamilieshus (parcelhus).
130	Række-, kæde-, eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne).
140	Etageboligbebyggelse (flerfamiliehus, herunder to-familiehus (vandret adskillelse mellem enhederne).
150	Kollegium.
160	Døgninstitution (plejehjem, alderdomshjem, børne- eller ungdomshjem).
190	Anden bygning til helårsbeboelse.

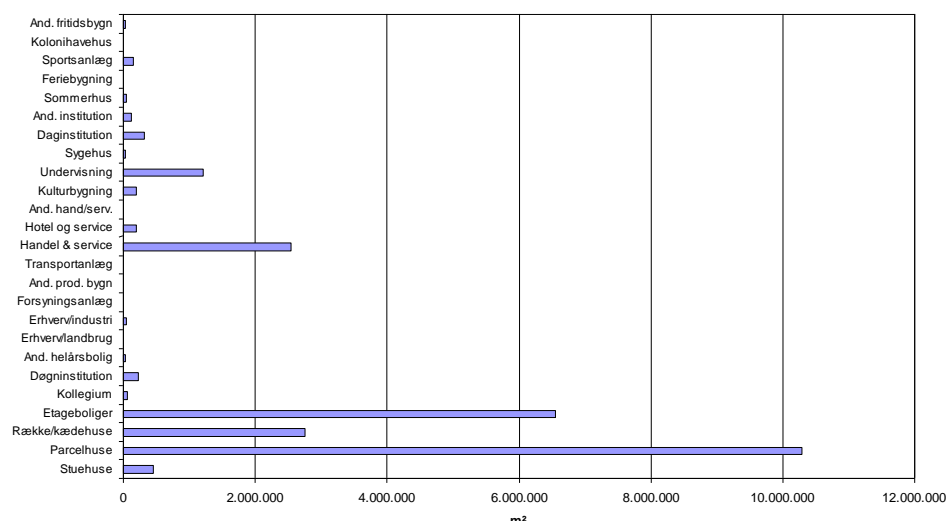
Figur 14. Uddrag af klassifikation af bygningernes anvendelse i BBR. Se detaljer i bilag F.

Energimærkede bygninger

En supplerende datakilde til BBR er Energimærkningsordningen, og data herfra vil med fordel kunne anvendes til kalibrering af den automatiske beregning af energiforbruget på de ikke energimærkede bygninger. Som det fremgår af Figur 15 udgør parcel-, række-, kæde- og stuehuse langt det største antal af energimærkede huse pr. februar 2009. Efter dem kommer sommer- og fritidshus og etageboliger, medens de resterende bygninger kun udgør en lille andel. Ser vi herimod på deres arealfordeling jf. Figur 16, så ligger parcel-, række-, kæde- og stuehuse fortsat i spidsen, dens sommer- og fritidshus kunne udgøre et begrænset areal. På en anden, tredje og fjerdepladsen ligger derfor nu etageboliger, handel & service og undervisning.



Figur 15. Antal energimærkede bygninger pr. februar 2009 fordelt på de forskellige BBR anvendelseskoder (Wittchen, 2009).



Figur 16. Energimærket areal fordelt på de forskellige BBR anvendelseskoder pr. februar 2009 (Wittchen, 2009).

Segmentopdeling

Ved en realisering af den automatiske beregning af bygningers energiforbrug vil det være en fordel, at opdele den eksisterende bygningsmasse i forskellige segmenter. Dels for bedre at kunne overskue forskellighederne, der er i bygningernes energitilstand, og dels for bedre at kunne gennemføre en

målrettet realisering af auto-beregningen. I tilknytning hertil vil det også være væsentligt at få udpeget væsentlige segmenter for de supplerende datakilder til BBR samt de centrale aktører i realiseringen af visionen om auto-beregning af eksisterende bygningers energiforbrug. Følgende segmenter foreslås anvendt som overordnet grundlag:

- 1 Bygningssegmenter i følgende facetter:
 - 1.1. Adresse, kommune og region
 - 1.2. Opførelses- og renoveringsår
 - 1.3. Bygningens funktion og anvendelse
 - 1.4. Bygningens form og størrelse
- 2 Aktører og kildedata:
 - 2.1. BBR
 - 2.2. Energicertificering som fx Energimærkningsordningen
 - 2.3. Ejer og deres rådgivere
 - 2.4. Kommune og plandata i kommunen
 - 2.5. Forsyningsselskaber og forsyningsdata
 - 2.6. Banker, kreditforeninger og forsikringsselskaber

Ved realisering af visionen om auto-beregning af bygningers energiforbrug foreslås, at man bruger listen i Figur 17 som grundlag, idet den tager afsæt i '1.3 Bygningens funktion og anvendelse' suppleret med bygningens størrelse for boliger. Herved fremkommer seks primære segmenter af bygningens funktion og anvendelse. Ved afprøvningen af metoden i efterfølgende kapitel er det foregået på ét geografisk område (Helsingør) og for de to første segmenter: 1) Boliger under 2-plan og 2) Etageboliger mv.

Vi foreslår, man starter med segment 1. *Boliger under 2-plan*, som omfatter parcelhuse, stuehuse og række-, kæde- og dobbelt hus. Primært fordi de udgør den største gruppe ikke energimærkede bygninger, hvilket vil sige 34 % af det samlede bruttoetageareal. Men også fordi der her er mange enkelte bygninger og private ejere, som kræver en særlig og individuel indsats, og fordi der her er stor spredning i forbrugsmønstret og brugervaner.

I anden prioriteringsgruppe kommer de tre næste segmenter: 2) *Etageboliger mv.*, 3) *Produktionserhverv* og 4) *Serviceerhverv*. De udgør tilsammen et bruttoetageareal på 60 %, som ikke er energimærket. Disse bygningsarealers betydning for energisparepotentialet vil dog være noget forskellige, fordi der kan være stor forskel på kravet til indetemperatur og tilskuddet fra overskudsvarme for de enkelte bygninger. Fx kan bygninger til produktionserhverv indeholde så forskellige bygningskategorier som: Uopvarmede lagerhaller, opvarmede drivhuse og forbrændingsanlæg. Hvilket giver en meget stor forskel i energibehov.

Af etageboliger er 51 % af arealet ikke energimærket, og her vil der være behov for en differentiering mellem forskellige ejerformer, for at kunne målrette indsatsen. Energiforbedringerne vil med fordel kunne udføres sammen med den almindelige renovering, som det fx er foreslået af boligudlejerne på konference den 22/4 2010 (Bygherreforeningen, 2010) og af de almene boligorganisationer i AlmenNet (Bertelsen, 2009). Usikkerhedsmæssigt vil dette segment også være interessant, idet boligblokke indeholder flere lejligheder og er meget ens, så en del af variationen i forbruget fra de enkelte lejligheder bliver udjævnet for boligblokken som helhed.

Produktionserhverv er valgt, fordi de arealmæssig udgør så stor en andel, men også fordi de som nævnt før er meget forskellige. En opgave for dette segment bliver derfor at differentiere indsatsen efter de forskellige kategorier af bygninger og deres reelle energibehov. Serviceerhvervene er valgt på grund af, at disse bygninger har specielle og typisk høje energiforbrug til lys, tekniske installationer (ventilation, køling osv.). De har typisk meget høje for-

brug pr. kvadratmeter. Metoder for at reducere forbruget på disse områder afhænger i meget høj grad af muligheder for at ændre forbrugsvaner samt styring og regulering af de tekniske installationer. Den afhænger i meget mindre grad af byggetekniske løsninger.

	Bygninger	BBR-kode	BBR i alt	E-mærket	Andel
1.	Boliger under 2-plan	110-130	1.447.514	193.534	13 %
2.	Etageboliger mv.	140-190	102.165	24.200	24 %
3.	Produktionserhverv	210-290	585.851	110	0 %
4.	Serviceerhverv	310-390	113.538	8.847	8 %
5.	Institutioner (ej 1&2)	410-490	45.634	16.115	35 %
6.	Fritidsformål	510-550	266.871	15.996	6 %
	I alt		2.561.573	258.802	10 %

Figur 17. Antal bygninger i BBR og andelen som er energimærkede.

	Bygninger	BBR i alt	E-mærket		Ej E-mærket	
1.	Boliger under 2-plan	215.719.659	35.594.364	17 %	180.125.295	34 %
2.	Etageboliger mv.	89.936.832	44.113.568	49 %	45.823.264	9 %
3.	Produktionserhverv	204.667.268	66.738	0 %	204.600.530	39 %
4.	Serviceerhverv	82.798.715	19.867.423	24 %	62.931.292	12 %
5.	Institutioner (ej 1&2)	37.222.562	22.367.194	60 %	14.855.368	3 %
6.	Fritidsformål	25.715.759	2.655.717	10 %	23.060.042	4 %
	I alt	656.060.795	124.665.004	19 %	531.395.791	100 %

Figur 18. Bruttoetagearealet i m² for bygninger i BBR og andelen som er energimærket. Sidst ses det areal som ikke er energimærket og deres fordeling mellem de seks segmenter.

5. Metodeafprøvning på boliger i Helsingør

Den forenklede og automatiske metode til beregning af energiforbrug i eksisterende bygninger, som er beskrevet i kapitel '3. Metode til auto-beregning af energiforbrug', er blevet afprøvet på to grupper af bygninger i Helsingør Kommune. Helsingør Kommune blev valgt i samråd med Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST), og der blev lagt vægt på, at de valgte områder både skulle indeholde en blanding af nye og gamle huse. Den ene gruppe drejer sig om enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør, og den anden gruppe drejer sig om flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør.

Ud over oplysningerne fra BBR har man i Helsingør Kommune også adgang til et digitalt matrikelkort for alle bygninger. På de udvalgte bygninger er der desuden indhentet oplysninger fra Energimærkningsordningen. Det drejer sig om, hvilke der er energimærket, det beregnede energiforbrug samt forslag til energibesparelser, som energikonsulenterne har anbefalet i Energi-rapporten. Der er desuden foretaget en sammenligning mellem det auto-beregnete energiforbrug og resultaterne fra beregning i Energimærkningsordningen.

Sidst i kapitlet er drøftet behovet for supplerende oplysninger, og hvorledes de kan bruges.

5.1 Energimærkning af boliger i Helsingør Kommune

For Helsingør Kommune er undersøgt, hvor stor en andel af bygninger til boligformål (BBR-kode: 110 til 190), der er energimærket. Resultatet er vist i Figur 19. Det fremgår heraf, at af de 5.017 bygninger, som er registreret i BBR som boliger, er 617 af bygningerne energimærket eller 12 % af det samlede antal. For enfamiliehuse (BBR-kode: 120 Enfamiliehuse) er det 13 % og for flerfamiliehuse (BBR-kode: 130 Række-, kæde- og dobbelthuse samt 140 Etagehuse) er det 11 %.

BBR kode	Total	E-mærket	Andel
110 Stuehuse	74	6	8,1 %
120 Enfamiliehuse	3.001	393	13,1 %
130 Række-, kæde- og dobbelthuse	889	98	11,0 %
140 Etagehuse	1.018	112	11,0 %
150 Kollegier	5	2	40,0 %
160 Døgninstitutioner	20	3	15,0 %
190 Anden helårsbeboelse	10	3	30,0 %
Total	5.017	617	12,3 %

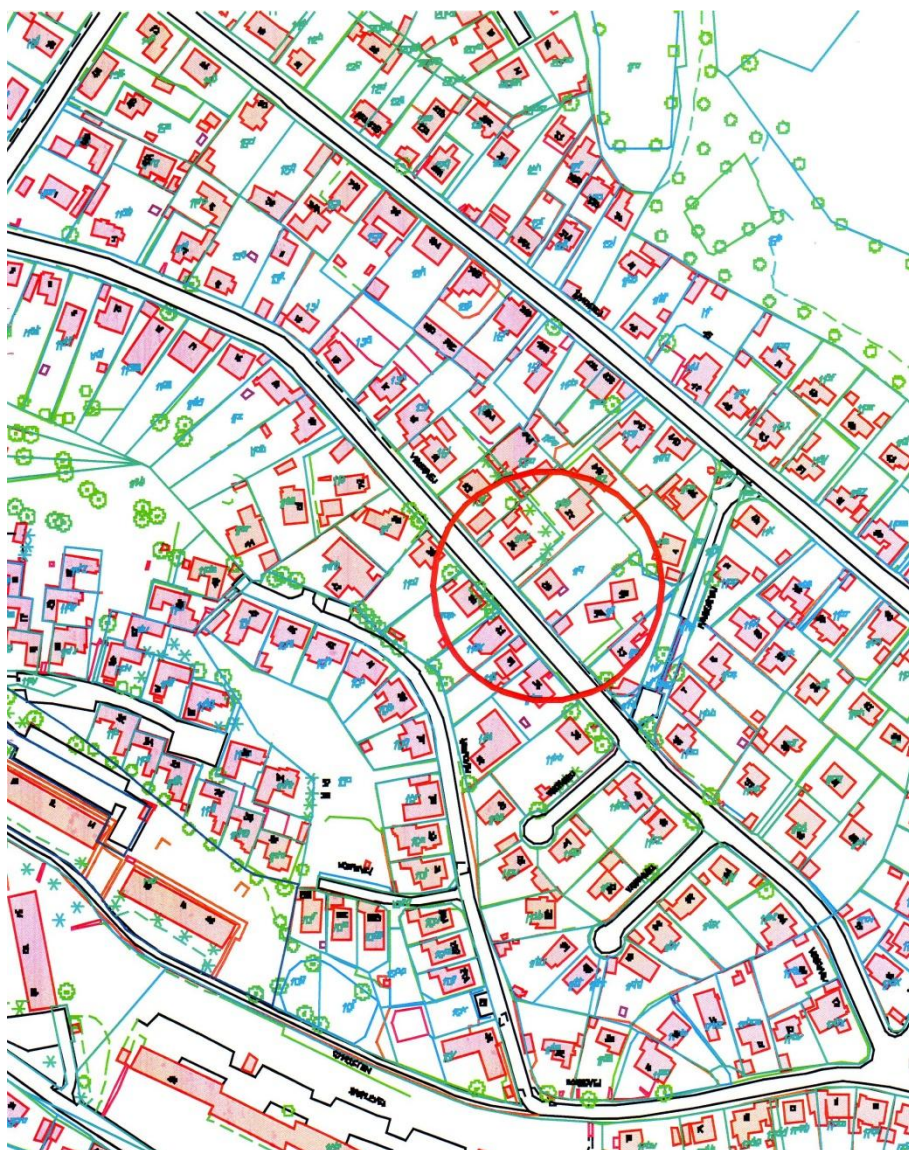
Figur 19. Bygninger til boligformål i Helsingør Kommune fordelt på type, og hvilke der er energimærkede (E-mærket). Andelen for kode 110-130 er 13 %, og andelen for kode 140-190 er 11 %.

Tallene i Figur 19 viser, at der er et stort behov for at kunne klassificere de resterende 88 % af bygningerne, som ikke er energimærket i dag. Det vil tage mange år, hvis man skal vente på, at de bliver energimærket i forbindelse med salg.

For at afprøve den automatiske beregningsmetode med baggrund i BBR-data er det som sagt valgt at gennemregne en vej med enfamiliehuse og en vej med flerfamiliehuse. Da metoden er mest interessant for ældre bygninger er det valgt to veje, hvor der hovedsagelig er ældre huse, og hvor der var energimærket et antal huse.

5.2 Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør

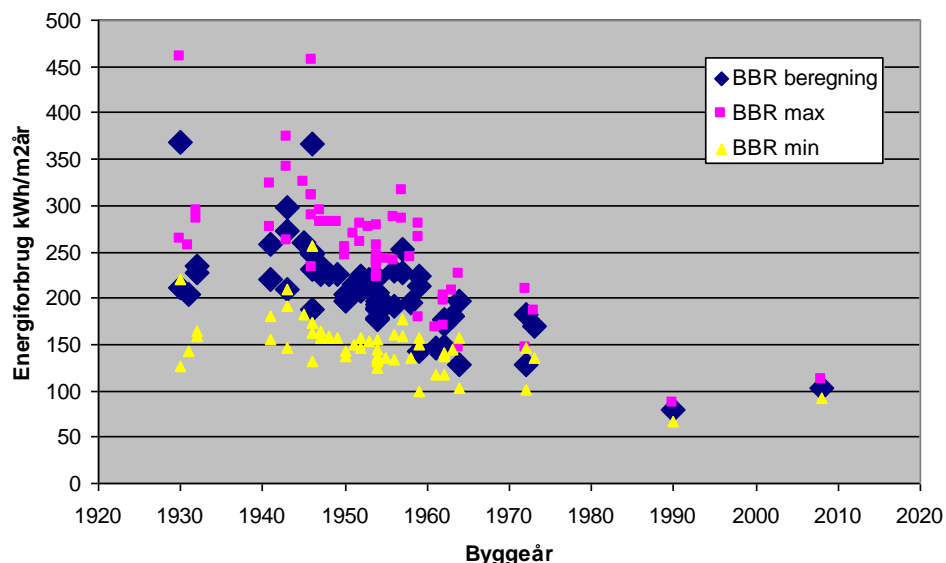
For enfamiliehuse blev valgt Viborgvej i Helsingør som afprøvningsområde, og det drejer sig om vejnumre fra 1-70. Af de 56 huse som indgår i analysen er de fleste primært opført i perioden 1940-1965, og fem er opført før og fem er opført efter denne periode. Mange af disse huse vil derfor have behov for efterisolering og energiforbedringer af forskellig karakter. På de 56 huse er der foretaget en automatisk energirammeberegning med baggrund i huse-nes BBR-oplysninger, og disse er sammenlignet med de enkelte energimærkede huse. Det detaljerede resultat af beregningerne ses i bilag H.



Figur 20. Matrikelkort for Viborgvej i Helsingør

Af de 56 enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør er fem blevet energimærket. I Figur 21 er vist det auto-beregnete energiforbrug for de enkelte bygninger i forhold til bygningernes alder. Det ses som ventet, at ældre huse har højere energiforbrug end yngre. I figuren er den øvre og nedre grænse fra det auto-

beregnete energiforbrug vist, og værdierne er sammenlignet med aktuelle værdier beregnet i Energimærkningsordningen.



Figur 21. Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør, hvor bygningernes auto-beregnete energiforbrug er vist i forhold til byggeår.

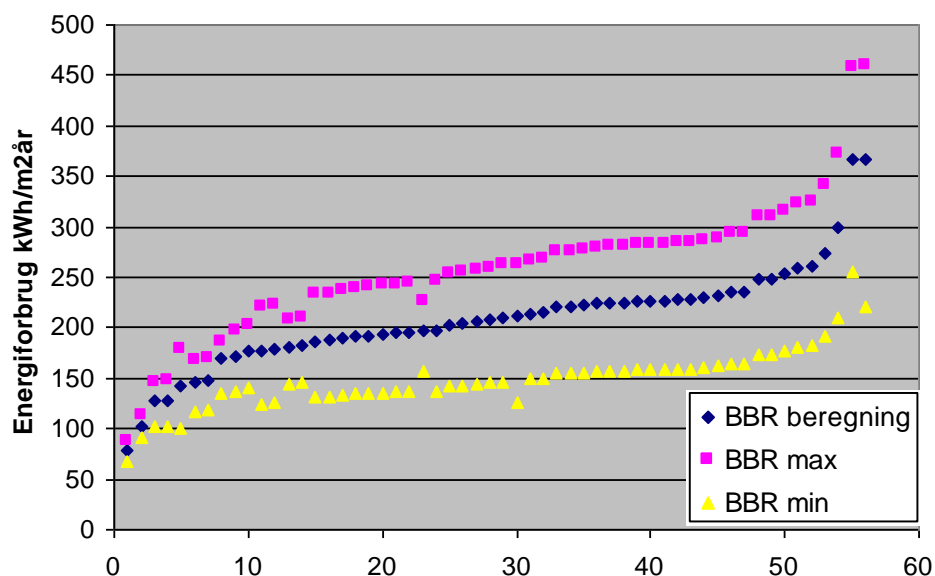
I det efterfølgende ser vi nærmere på de fem energimærkede bygninger, og hvilken forskel der er mellem den aktuelle energimærkning og det auto-beregnete energiforbrug ud fra BBR. Resultatet ses i Figur 22.

For de 4 første huse (husnummer a, b, c og d) ses, at det beregnede energiforbrug fra energimærket ligger mellem den øvre og nedre grænseværdi beregnet med den automatiske BBR-metode. Som forventet ligger energimærkningen nærmere den laveste værdi, idet der kan være lavet nogle energibesparende foranstaltning siden opførelsen. Det drejer sig typisk om efterisolering, tætning og vinduesudskiftning samt forbedring af varmeanlægget. Det sidste hus - husnummer 66 - har et klart lavere energiforbrug end det automatisk beregnede. Det stemmer med, at huset er efterisoleret og renoveret, hvilket kan udledes af de forslag til energiforbedringer i husets energimærkning, idet der for dette hus ikke er meget, der kan forbedres.

Nr.	Opført	Auto-beregnet - Max	Auto-beregnet - Min	Auto-mærket	E-beregnet	E-mærket
a	1930 /1960	59.300	28.450	E	30.500	F
b	1941	43.000	24.100	F	33.900	F
c	1954	46.700	26.150	E	32.300	D
d	1951	47.200	25.400	E	39.600	G
e	1946	57.500	32.200	E	26.100	C2

Figur 22. Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør, hvor fem er energimærket (E-beregnet & E-mærket) sammenlignet med auto-beregningen. De beregnede værdier er i kWh/år. Husnumrene er fjernet og erstattet med koderne a-e. Bygning a er opført i 1930 og ombygget i 1960.

Foretager vi dernæst en energi-klassifikation af alle 56 bygninger ud fra middelværdien efter den auto-beregnete metode fordeler de 56 huse sig energimæssigt som vist i Figur 23 og Figur 24. Dette resultat er den bedst opnåelige vurdering af bygningernes energitilstand, når vi alene bygger på BBR-data, og ikke ved om der er foretaget efterisolering mv. af bygningerne.



Figur 23. Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør, hvor alle 56 bygninger på vejen er rangordnet efter deres auto-beregne energitilstand.

Energiklasse	Mærket efter middelværdi EX	Mærket efter øvre værdi EXØ
Klasse A	0	0
Klasse B	1	0
Klasse C	1	2
Klasse D	10	4
Klasse E	25	7
Klasse F	15	26
Klasse G	3	17
I alt huse	56	56

Figur 24. Fordeling af de 56 enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør Kommune efter deres auto-energimærke, når det sker henholdsvis efter beregnet middelværdi (EX) og øvre værdi (EXØ).

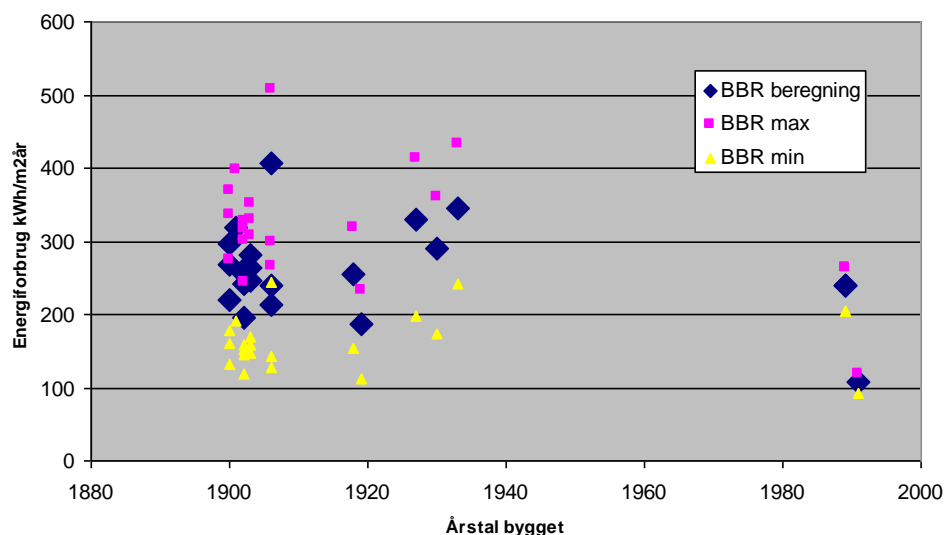
5.3 Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør

For flerfamiliehuse (BBR-kode: 130 Række-, kæde- og dobbelthuse samt 140 Etagehuse) blev valgt Gl. Banegårdsvej i Helsingør, og det drejer sig om vejnumre fra 1 til 34. Af de 22 huse som indgår i analysen er de fleste primært opført i perioden 1900-1935, og syv er opført senere helt frem til 1992. Mange af disse huse vil derfor have behov for efterisolering og energiforbedringer af forskellig karakter. På disse huse er der foretaget en automatisk energirammeberegning med baggrund i husenes BBR-oplysninger, og disse er sammenlignet med de enkelte energimærkede huse. Det detaljerede resultat af beregningerne ses i bilag I.



Figur 25. Matrikelkort for Gl. Banegårdsvej i Helsingør.

Af de 22 flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør som indgår i analysen er seks blevet energimærket. I Figur 26 er vist det auto-beregne energiforbrug for de enkelte bygninger i forhold til bygningernes alder. I figuren er den øvre og nedre grænse fra det auto-beregne energiforbrug vist, og værdierne er sammenlignet med de aktuelle værdier beregnet i Energi-mærkningsordningen.



Figur 26. Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør, hvor bygningernes auto-beregne energiforbrug er vist i forhold til byggeår.

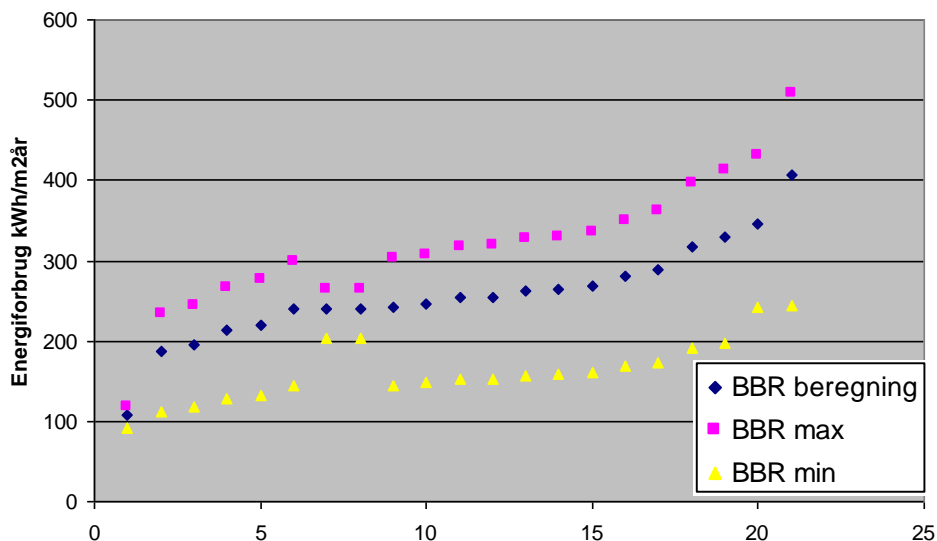
I det efterfølgende ser vi nærmere på de seks energimærkede bygninger, og hvilken forskel der er mellem den aktuelle energimærkning og det auto-beregne energiforbrug ud fra BBR-data. Resultatet ses i Figur 27.

Der er fem huse fra 1901-33 (husene a, b, d, e og f), hvor energiforbruget er ret højt. Det beregnede energiforbrug fra energimærket ligger mellem den øvre og nedre grænseværdi beregnet med den auto-beregnete metode typisk nærmere den laveste værdi eller lige under. Hus nr. e fra 1933 er klart afvigende med et væsentligt lavere energiforbrug, som ligger på under halvdelen af den nedre grænseværdi, idet de er blevet efterisoleret og energirenoveret. De to rækkehuse med husnumrene c1 og c2 fra 1989 ligger med lavere energiforbrug end det auto-beregnete. En årsag til det kan fx være mindre glasareal, bedre isolering eller bedre varme anlæg.

Nr.	Opført	Auto-beregnet - Max	Auto-beregnet - Min	Auto-mærke	E-beregnet	E-mærke	Areal i m ²
a	1918	126.300	60.600	F	89.100	E	396
b	1903	124.500	59.800	F		F	355
c1	1989	21.600	16.700	D	13.400	C	82
c2	1989	21.600	16.700	D	13.400	C	82
d	1901	56.400	27.100	F	27.400	D	142
e	1933	95.000	53.200	F	23.500	C	220
f	1927	64.000	30.700	E	29.300	C	155

Figur 27. Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør, hvor seks er energimærket (E-beregnet & E-mærket) sammenlignet med auto-beregningen. De beregnede værdier er i kWh/år. Husnumrene er fjernet og erstattet med koderne a-f. Bygning a er opført i 1918 og ombygget i 1993, og bygning f er opført i 1927 og ombygget i 1997.

Foretager vi dernæst en energi-klassifikation af alle 22 bygninger ud fra middelværdien efter den auto-beregnete metode fordeler de 22 huse sig energimæssigt som vist i Figur 28 og Figur 29. Dette resultat er den bedst opnåelige vurdering af bygningernes energitilstand, når vi alene bygger på BBR-data og ikke ved om der er foretaget efterisolering mv. af bygningerne.



Figur 28. Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør, hvor de 22 aktuelle bygninger på vejen er rangordnet efter deres auto-beregnete energitilstand.

Energiklasse	Mærket efter middelværdi EX	Mærket efter øvre værdi EXØ
Klasse A1	0	0
Klasse A2	0	0
Klasse B	0	0
Klasse C	1	0
Klasse D	0	1
Klasse E	3	0
Klasse F	12	4
Klasse G	6	17
I alt	22	22

Figur 29. Fordeling af de 22 flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør Kommune efter deres auto-energimærke, når det sker henholdsvis efter beregnet middelværdi (EX) og øvre værdi (EXØ).

Energi- klasse	Boliger i kWh/m²	Ikke boliger i kWh/m²
Klasse A1	< 35 + 1.100/A	< 50 + 1.100/A
Klasse A2	< 50 + 1.600/A	< 70 + 1.600/A
Klasse B	< 70 + 2.200/A	< 95 + 2.200/A
Klasse C	< 110 + 3.200/A	< 135 + 3.200/A
Klasse D	< 150 + 4.200/A	< 175 + 4.200/A
Klasse E	< 190 + 5.200/A	< 215 + 5.200/A
Klasse F	< 240 + 6.500/A	< 265 + 6.500/A
Klasse G	> 240 + 6.500/A	> 265 + 6.500/A

Figur 30. Grænser for energiforbrug i de enkelte energiklasser i Energimærkningsordningen, hvor 'A' er bygningens opvarmede bruttoetageareal.

5.4 Eksempler på data man får ud af metoden

Efterfølgende er beskrevet nogle eksempler på data, som man har mulighed for at få ud af auto-energiberegningen. Det skal understreges, at resultaterne er behæftet med den usikkerhed, som findes i de vurderinger, og som ligger til grund for arbejdet.

Energiforbrug for bygningsgrupper, boligområder eller kommuner

Resultaterne fra auto-energiberegningen kan være lister over bygninger med forventet energiforbrug - middelværdi og spredning. Dette giver mulighed for fx at finde ud af, hvor mange huse der har et højt energiforbrug og derved behov for efterisolering. Det vil også være muligt ud fra disse oplysninger, at målrette en informationskampagne fx ved at sende breve til bygningsejere med højt energiforbrug. Nogle af disse huse kan dog godt være efterisoleret.

Den benyttede beregning giver desuden mulighed for mere detaljerede informationer, som kan nyttiges ved en vurdering af behov for andre bygge- og renoveringsopgaver i forbindelse med efterisolering.

Det er også muligt at finde antal kvadratmeter tag eller vindue med behov for efterisolering. Ønskes der indført selektive tilskudsordninger kan beregninger fx vise antal kvadratmeter vindue for huse opført før fx 1965, hvis der ønskes størst effekt en energibesparelse eller arbejdsindsats.

Eksempel fra villabebyggelse i Helsingør:

Energiforbruget for de enkelte huse varierer fra 17.000 kWh/år til 47.000 kWh/år på grund af størrelse og byggeår. For de enkelte huse er der en væsentlig usikkerhed på energiforbruget. Variationen udgør fra 20 % til 70 % af

middelenenergiforbruget. Den høje værdi for gamle bygninger kunne være begrundet i efterisolering. Vurderes i stedet bygningsgrupper som helhed reduceres variationen som følger:

- For 1 hus er den 56 %
- For 5 huse er den 28 %
- For 10 huse er den 18 %
- For 25 huse er den 11 %
- For 50 huse er den 8 %

Det betyder, at metoden giver et meget godt estimat for energiforbruget, når der regnes på et større antal huse. Så for et enkelt ældre hus har den beregnede middelværdi en variation på +/- 28 %, medens den for 50 huse i sammen område er den beregnede middelværdi reduceret til en variation på +/- 4 %. De angivne værdier gælder for lidt ældre villabebyggelser. En nyere bebyggelse ville give mindre spredning på enkelte huse og husgrupper. Det vigtigste i dette eksempel er, at beregningerne giver mindre variation, hvis der ses på middelværdien eller summen af flere huse.

NB! Denne beregning af spredningen forudsætter, at fordelingen af husene er uafhængige. Det vil de typiske være i et villakvarter med forskellige hus typer, forskellige opførelsesår osv. Eksempler på ikke tilfældige bebyggelser er et rækkehuskvarter med ens huse, som alle er efterisolaret. I sådanne tilfælde vil middelværdien for energiforbruget være nær summen af den nedre grænse for alle bygninger. Er alle huse ikke varmeisoleret vil værdien være nær summen af den øvre grænse for alle husene.

Arealer på bygning, bygningsgrupper, boligområder eller kommuner

Følgende arealer kan være anvendelige ved en vurdering af mulige energibesparelser, og de vil fx kunne sorteres i forhold til opførelsesår:

- Tagareal
- Vægareal
- Gulvareal
- Vinduesareal.

Estimeret volumen af bygninger

Bygningens volumen kan fx benyttes til at vurdere effekt af varmegenvinder i bygninger. I disse tilfælde reduceres variationerne ved beregning af flere huse. Det betyder, at de beregnede værdier vil være rimelige for et større antal huse.

Estimeret U-værdi gange areal af klimaskærm

Dette estimat angiver varmetabet gennem bygningens klimaskærm og kan angives for enkelt bygninger, bygningsgrupper, boligområder eller kommuner. Varmetab kan også her opdeles ud fra opførelsesår. Estimatet giver mulighed for at vurdere, hvilke bygninger der kan efterisoleres, og der kan foretages en sammenligning af energibesparelsen ved fx at skifte vinduer eller efterisolerede taget til en ønsket minimumsværdi. Bemærk, at vi ikke ved om dette er sket, da efterisolering ikke registreres i BBR i dag.

I denne type beregninger antages det, at variationerne er de samme i %, som for beregningerne af energiforbruget. Tilsvarende bliver variationen mindre for et større antal huse.

5.5 Sammendrag af erfaringer fra afprøvningen

Brug af auto-beregningsmetoden på de 78 huse på de to veje i Helsingør Kommune viser, at metoden vil kunne bruges til at beregne forventet energi-

forbrug for huse. Det vil sige, at vi kan finde de huse som har det største potentiale for energibesparende foranstaltninger. Men vi ved ikke, om de allerede er efterisoleret, eller om der er foretaget andre energibesparende foranstaltninger, da det ikke registreres i BBR.

Brug af andre registre

Om der er foretaget en efterisolering eller andre energibesparelser vil kunne løses ved at kombinere BBR-oplysninger med anden statistik. En anden løsning kunne være at hente oplysninger fra energileverandører om den aktuelle energiforsyning til bygningen. Herved får man mulighed for at kontrollere beregningerne og forbedre estimatet.

Sammenligning af auto-beregningen med de bygninger som er energimærket viser, at det er en god måde at kalibrere auto-beregningerne på, og som også vil kunne forbedre estimatet på bygningens energiforbrug.

Vurderingerne i geometrien

En gennemgang af de tidligere SBI-vurderinger i kapitel '3. Metode til auto-beregning af energiforbrug' viser, at de typiske værdier for bygningsbredde og etagehøjde kan anvendes. Der ser fx ikke ud til, at der er baggrund for at variere antagelserne afhængigt af opførelsesår, hvorfor de fastholdes som følger:

- Enfamiliehuse:
 - Bygningsbredde 9 m
 - Etagehøjde 2,8 m
- Etage – og rækkehuse:
 - Bygningsbredde 12 m
 - Etagehøjde 3,0 m.

Opvarmet areal, som benyttes i beregning af energimærket i modellen, er typisk større end det beboede areal. Ud fra de bygninger, som er undersøgt i Helsingør, er det typisk, at kælderen indgår i det opvarmede areal, selvom det ikke medregnes til boligarealet. Dette er også naturligt, hvis man skal kunne bruge kælderen, selvom den ikke bebos og ikke indgår i boligarealet. Dette betyder, at følgende regel må indgå i auto-beregningsmetoden:

- Er der kælder i bygningen regnes denne som opvarmet selvom det betyder, at det opvarmede areal bliver større end boligarealet. Varmetilskud regnes stadig kun for boligarealet.

Bebygget areal mål på matrikelkort

For Helsingør findes digitale matrikelkort, som giver mulighed for at se grundplanen for den enkelte bygning. Dette giver mulighed for at måle bygningsbredde og længde samt bygningens form og orientering. Som materialet i dag foreligger, må dette gøres med håndkraft.

Der er som test foretaget en aflæsning af længde og bredde for 8-10 bygninger. Resultatet var, at bygningsarealerne var større end bebygget areal angivet i BBR - i enkelte tilfælde over 10 %. Det kan formentlig forklares med, at dele af kortet er dannet på grundlag af luftfotografering. I det tilfælde vil bygningerne blive tegnet ind ud fra tagfladens størrelse, som jo typiske er større end bygningsarealet. For nyere huse var resultaterne mere korrekte. Med baggrund heri vurderer SBI, at det ikke er praktisk at benytte denne type matrikelkort, medmindre man får styr på denne problemstilling.

Bygningsmodeller i simpel digitalt 3D

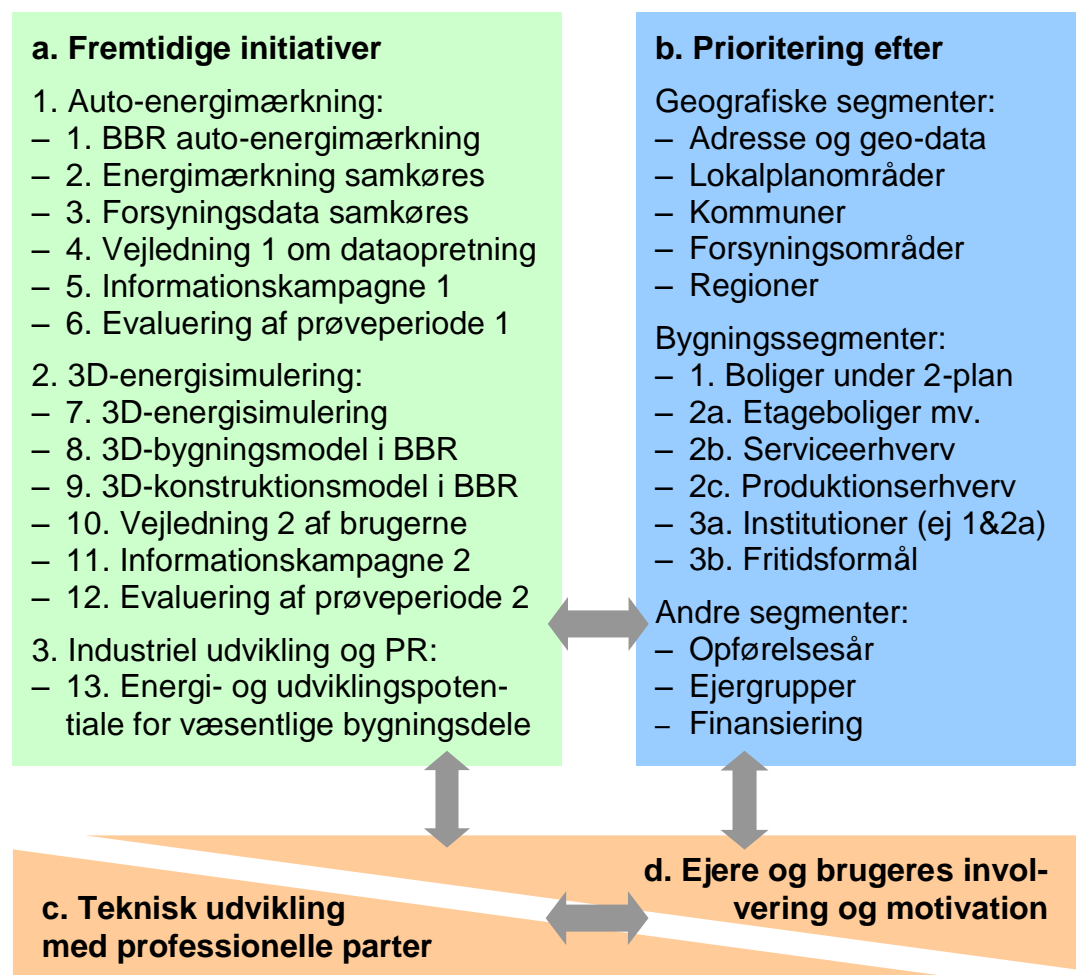
Såfremt der fandtes en simpel digital 3D-volumenmodel af de enkelte bygninger, som digitalt var placeret på den aktuelle grund, ville dette være rimeligt at benytte som supplement til BBR-data i en auto-beregning. Det ville gi-

ve en bedre sikkerhed for en geometrisk korrekt beregning, men vil ikke hjælpe på, at vi ikke har oplysninger om konstruktioners varmeisolering eller vinduesareal. Men en simpel digital 3D-volumenmodel vil kunne være nyttig til andre anvendelser.

Det findes mulighed for, at den enkelte bygningsejer eller dennes rådgiver selv kan lave en 3D-volumenmodel af deres hus ved brug af fx Elsparefondens model. En test af denne model viser, at dette krævede en del arbejde for at få en korrekt model. En mere brugervenlig 3D-volumenmodel vil kunne bruges, men man skal sikre sig, at de data, der er lagt ind, er kontrolleret. Det kunne fx gøres ved at koble modellen til BBR-dataene. Disse og andre problemer skal derfor undersøges nøje, inden en sådan løsning ville kunne implementeres som supplement til BBR-data.

6. Initiativer til fremme af auto-energimærkning

I de foregående kapitler er der beskrevet et forslag til metode til auto-beregning af energiforbruget for alle eksisterende ejendomme i BBR, hvor energiforbruget kan beregnes både som en energistatus og et forbedringspotentiale. I metoden gives også forslag til, hvorledes en automatisk energimærkning (auto-energimærkning) kunne foregå på huse, der ikke officielt er energimærket. Metoden er blevet afprøvet på eksempler fra Helsingør Kommune, hvor bygningerne er blevet auto-energimærket med baggrund i BBR-data og supplerede antagelser – kaldet BBR+. Det er også vist, at auto-beregningen med fordel kan kobles sammen med beregningerne i Energimærkningsordningen, men at der er en del usikkerheder ved beregningerne, som man bør se nærmere på.



Figur 31. De 13 initiativerne til udvikling af auto-energimærkning af eksisterende bygninger i BBR er samlet i tre indsatsområder (1, 2 og 3). Indsatsen kan prioriteres i forhold til geografiske og bygningsmæssige segmenter (b), og den skal både omfatte en teknisk udvikling (c) og en markeds-mæssig spredning og involvering af bygningsejere og andre brugere (d).

Vi skal derfor i dette kapitel se nærmere på de fremtidige initiativer, som SBI vurderer vil kunne reducere usikkerheden, og som vil kunne styrke udbredelse og anvendelse af auto-mærkningen i praksis. Et centralt spørgsmål er selvfølgelig, hvordan auto-beregningen kan udvikles tekniske, men lige så vigtigt er det, hvorledes systemet vil blive modtaget og accepteret af byg-

ningsejerne, andre brugere og offentligheden. En problemstilling som ifølge den offentlige debat i medierne i dag rammer både BBR og Energimærkningsordningen hårdt. Det ses fx i artiklerne i bilag J og bilag K, hvor der er rejst kritik af BBR i fagbladet Ingeniøren og af Energimærkningsordningen i Danmark Radio.

Disse problemstillinger vil derfor være centrale elementer i de forskellige forslag til fremtidige initiativer, som fremlægges efterfølgende. Først beskrives seks initiativer (initiativ 1-6) med hovedvægt på den tekniske indføring af auto-energimærkning (automatisk energirammeberegning og energimærkning) i BBR, hvor usikkerheden søges reduceret ved at koble BBR-data med andre kildedata. Herefter beskrives seks initiativer (initiativ 7-12) med hovedvægt på udbredelse af anvendelsen, motivation af bygningsejere og brugere samt accept i offentligheden. Sidst beskrives et initiativ (initiativ 13), som kan involvere byggeparter aktivt i den tekniske forbedring og markedsdækkende udbredelse af auto-beregningen, og bidrage til at auto-beregningen accelererer udviklingen af energieffektive bygningsdele. Alle 13 initiativer har desuden til formål at reducere usikkerheden på auto-energiberegningen.

Først gruppe af initiativer (initiativ 1-6) opfattes som indsatsområde 1, anden gruppe af initiativer (initiativ 7-12) som indsatsområde 2, og sidste initiativ (initiativ 13) som starten på indsatsområde 3.

SBi foreslår, at de enkelte initiativer igangsættes trinvist i den rækkefølge de er fremlagt, idet indsatsområde 1 starter. Indsatsområde 2 og 3 behøves ikke at afvente færdiggørelse af indsatsområde 1 før de kan igangsættes. Det foreslås desuden, at der udarbejdes en udviklingsstrategi med baggrund i denne redegørelse, og at der tilknyttes en referencegruppe for alle centrale brugergrupper, som skal sikre en løbende tilpasning og forankring af resultaterne.

Som det vil fremgå af de enkelte initiativer har der indenfor dette projekts rammer ikke været mulighed for en nærmere diskussion af de enkelte initiativer i forhold internationale erfaringer med auto-energimærkning. SBi foreslår derfor, at man råder bod på det inden de 13 initiativer igangsættes og indarbejder det i udviklingsstrategi. Her vil en diskussion af de norske erfaringer fra deres forsøg med auto-energimærkning være vigtig at få gennemført hurtigt. En følsomhedsmodel for beregningerne til udpegning af områder, hvor usikkerhedens nemmest kan reduceres, vil være vigtigt at få indarbejdet som beslutningsgrundlag i udviklingsstrategien. Ligeledes vil det også være vigtigt, at der foretages en screening af interessenteres holdning til redegørelsens modeller og forslag til initiativer. SBi foreslår, at disse arbejder igangsættes så hurtigt som muligt, så beslutningsgrundlaget for igangsættelse af de 13 initiativer bliver så godt som muligt.

6.1 Etablering af auto-energimærkning af bygninger efter BBR+

Dette indsatsområde 1 har til formål at etablere det tekniske grundlag for auto-energimærkning af eksisterende bygninger i BBR, så ejere og andre brugergrupper hurtig kan bruge denne information i deres energiplanlægning. Mærkningen skal være på linje med den officielle Energimærkningsordnings principper, og den skal løbende kunne gennemføres automatisk på alle bygninger i BBR. Det overordnede mål er det sammen som for Energimærkningsordningen, men der sættes her primær fokus på de 80 % af den samlede bygningsmasse i BBR, som ikke er energimærket.

Det specifikke mål er, at give alle eksisterende bygninger i BBR et auto-energimærke, og herigennem motiverer så mange ejere som mulig til flere energibesparelser. Det forventes, at usikkerheden på auto-beregningen bliver større end på beregningen i Energimærkningsordningen. Der skal derfor fremlægges en usikkerhedsmodel for auto-beregningen, og der skal arbejdes med at reducere usikkerheden med støtte fra bygningsejere, Energimærkningsordningen og forsyningsselskaberne. Følgende sammenhængende initiativer foreslås som del af indsatsområde 1:

- 1 Auto-energimærkning i BBR som ny ejerinformation
- 2 Energimærkede huse samkøres med BBR-data
- 3 Forsyningsdata samkøres med BBR-data
- 4 Vejledning 1 til brugerne om dataopretning
- 5 Informationskampagne 1 til brugergrupper
- 6 Test og evaluering i prøveperiode 1.

Initiativ 1: Auto-energimærkning i BBR som ny ejerinformation

I initiativet skal der igangsætte en auto-beregning og auto-energimærkning ved hjælp af BBR+-data efter den i kapitel 3 beskrevne beregningsmetode med tilhørende vurderinger. Alle eksisterende bygninger i BBR beregnes i forhold til deres energisparepotentiale, og der indsættes et nyt felt i BBR om auto-energimærkningen med auto-beregningen og dens forbehold. Auto-energimærket foreslås fastlagt ikke i forhold til den beregnede middelværdi, men som den beregnede øvre værdi. Med relation til eksemplet fra Helsingør Kommune i Figur 23 og Figur 28 kunne det være som værdierne "BBR-max". En sådan fremgangsmåde vil motivere ejere til at få foretaget en officiel energimærkning, som så vil erstatte auto-energimærkningen. Der skal i tilknytning auto-energiberegningen desuden foretages en identificering af væsentlige usikkerheder i BBR-dataene, og muligheder for opretning af dem internt i databasen skal vurderes. Dette arbejde vil være baggrund for arbejdet i initiativ 2, 3 og 4.

Ud over det tekniske indhold til auto-beregningen skal der også tages stilling til, hvorledes auto-energimærkningen på kort og lang sigt skal organiseres. Skal den fx være et nyt bidrag til den eksisterende Energimærkningsordning, tilknyttes BBR eller tilknyttes en styrelse. Dette forhold afklares politiske før de foreslåede initiativer kan iværksættes.

Det anslås, at det tekniske arbejde kan gennemføres for omkring 1 mio. kr.

Initiativ 2: Energimærkede huse samkøres med BBR-data

I initiativet skal der samkøres data fra Energimærkningsordningen med BBR-data for herigennem at kunne forbedre usikkerheden i auto-beregningen. Der skal udarbejdes en analyse af typiske fejl i Energimærkningsordningens database, og der skal udvikles en metode til opretning af fejl internt i databasen. Energistyrelsen er for tiden i gang med en genindlæsning af de oprindelige data, hvilket skulle rette op på en del af de fejl, som er identificeret i første generation af den nuværende database i Energimærkningsordningen. Desuden skal der udvikles en metode til udpegning af uoverensstemmelser i arealer og anvendelser i BBR set i forhold til Energimærkningsordningen. Som den sidste opgave skal U-værdier og beskrivelser mm for de enkelte bygningsdele videreudvikles, så de er tilpasset en bredere anvendelse i auto-mærkningen. Dette arbejde vil være baggrund for arbejdet i initiativ 4.

Det anslås, at det tekniske arbejde i de fire opgaver kan gennemføres for omkring 3 mio. kr.

Initiativ 3: Forsyningsdata samkøres med BBR-data

Forsyningsselskaberne ligger inde med forskellige data om bygningens installationer og om forbruget i de enkelte bygninger eller bebyggelser, som myndighederne har adgang til. Ved at samkøre disse data med BBR-data vil informationerne om bygningens installationer kunne udbygges, idet det er et svagt punkt i BBR, og arealdata i BBR vil evt. kunne kvalitetssikres. Forsyningsdata vil desuden kunne anvendes til en overordnet kvalitetssikring af auto-energiberegningen. Hvorledes dette kan foregå, og hvor meget det kan bidrage til at reducere usikkerhed er ikke behandlet i redegørelsen. Det må dog forventes, at sådanne sammenligninger vil skabe andre usikkerheder og forklaringsproblemer, som der skal findes løsninger til.

I dette initiativ skal disse problemstillinger og løsninger behandle, herunder hvor usikkerheden kan reduceres og gennemsigtigheden og udbredelsen forbedres. En opgave bliver også at udbygge informationer i BBR om installationer. En anden opgave bliver at udpege uoverensstemmelser med arealer og anvendelser i BBR. En tredje opgave bliver at udvikle en kontrolmetode for auto-energimærkningen med baggrund i forsyningsdata, hvis det er muligt og givende. En fjerde opgave bliver at involvere forsyningsselskaberne yderligere i en målrettet indsats og kampagne rettet mod de auto-energimærkede bygninger og deres ejere. Dette arbejde vil være baggrund for arbejdet i initiativ 4.

Det anslås, at det tekniske arbejde i de fire opgaver kan - alt afhængig af hvor mange forsyningsselskaber der involveres - gennemføres for omkring 4 mio. kr.

Initiativ 4: Vejledning 1 til brugerne om dataopretning

I initiativ 1, 2 og 3 er der udpeget områder i de geometriske data for bygningen og energidata for bygningsdele, hvor der er uoverensstemmelse med data fra forskellige datakilder. For data i BBR er det ejeren, som har ansvaret for justeringen, men der kan også være behov for ændring i auto-energimærkningen, i Energimærkningsordningen og hos forsyningsselskaberne.

I dette initiativ skal der derfor udarbejdes vejledninger til dataopretningen, som er målrettet disse fire målgrupper, og som tager afsæt i de udpegede uoverensstemmelser og forbedre usikkerheden. Dette arbejde skal samtidig give et metodegrundlag for den løbende drift med opdatering og opretning af data, som løbende skal nedbringe usikkerheden ved auto-energimærkningen og forbedre brugernes tro på auto-energimærkningen.

Det anslås, at det tekniske arbejde kan gennemføres for omkring 1 mio. kr.

Initiativ 5: Informationskampagne 1 til brugergrupper

Når de væsentlige dele af initiativ 1-4 er fuldført kan auto-energimærkningen lanceres offentligt, og der kan udsendes målrettet information til de enkelte brugergrupper fx boligejere, energikonsulenter, forsyningsselskaber med vejledningsmaterialet, som er udarbejdet i initiativ 4. I informationskampagnen skal klart angives, at auto-energimærkningen ikke har den samme kvalitet som den officielle energimærkning, og at man ønsker et interaktivt samspil med brugerne om dataopretning og videreudvikling. Det skal samtidig gøres opmærksom på, at auto-mærkningen altid må forventes af være dårligere end den officielle energimærkning. Hvorledes kampagnen skal sammensættes må vurderes på et senere tidspunkt, hvorfor der ikke er givet et forslag til de økonomiske ramme for dette initiativ.

Initiativ 6: Test og evaluering i prøveperiode 1

I en prøveperiode på et år efter auto-energimærkningens lancering gennemføres en test og evaluering af udvalgte bygningseksempler. Evalueringen af de enkelte bygninger foreslås gennemført af godkendte energikonsulenter. Den kan fx indeholde vurderinger af uoverensstemmelser og justeringsmuligheder indenfor følgende temaer:

- Geometriske data for bygning, bygningsdele, rumindretning og arealer
- U-værdier og beskrivelse af bygningsdele mv. i forhold til oprindelig opført, nuværende tilstand og potentialer for energirenovering
- Energiberegningsmetode, auto-energimærkning og usikkerhed
- Brugernes anvendelse af vejledningerne og deres holdning til auto-energimærkningen og energiforbedringer.

Der regnes med en stikprøve på 100-300 bygninger som fordeler sig på de forskellige segmenter jf. Figur 31. Det anslås, at en sådan evaluering med metodebeskrivelse, energikonsulenternes dokumentation og samlet rapportering kan gennemføres for omkring 3 mio. kr. Resultatet af dette initiativ er grundlag for en bedre målretning og effektivisering af de næste initiativer.

6.2 Større udbredelse og brugerinvolvering med 3D-simulering

Som det er angivet før med henvisning til bilag J og K er der meget kritik af BBR og Energimærkningsordningen, hvilket bl.a. kan skyldes, at de er organiseret og formidlet med hovedvægt på den tekniske faglige dokumentation. Skal auto-energimærkningen have en stor udbredelse og en bred accept hos bygningsejere, andre brugergrupper og offentligheden, så foreslås det, at de forskellige brugergrupper involveres interaktivt i udvikling og udbredelse af auto-energimærkningen.

Lignende forslag til en sådan involvering af brugerne blev i slutningen af 90'erne analyseret af en arbejdsgruppe nedsat af Energistyrelsen og Kort- og Matrikelstyrelsen (Bertelsen, 1999). I interview af de forskellige brugergrupper bakkede de kraftig op om dette, og de fremlager desuden ideer til deres egne bidrag. Lignende forhold blev også drøftet i analyser i forbindelse med sammenlægning af de to ordninger for Huseftersyn og Energimærkning, som blev en realitet i 2006. Der kan fra analysen (Bertelsen, 2007) fx fremlægges følgende uddrag fra anbefalingerne:

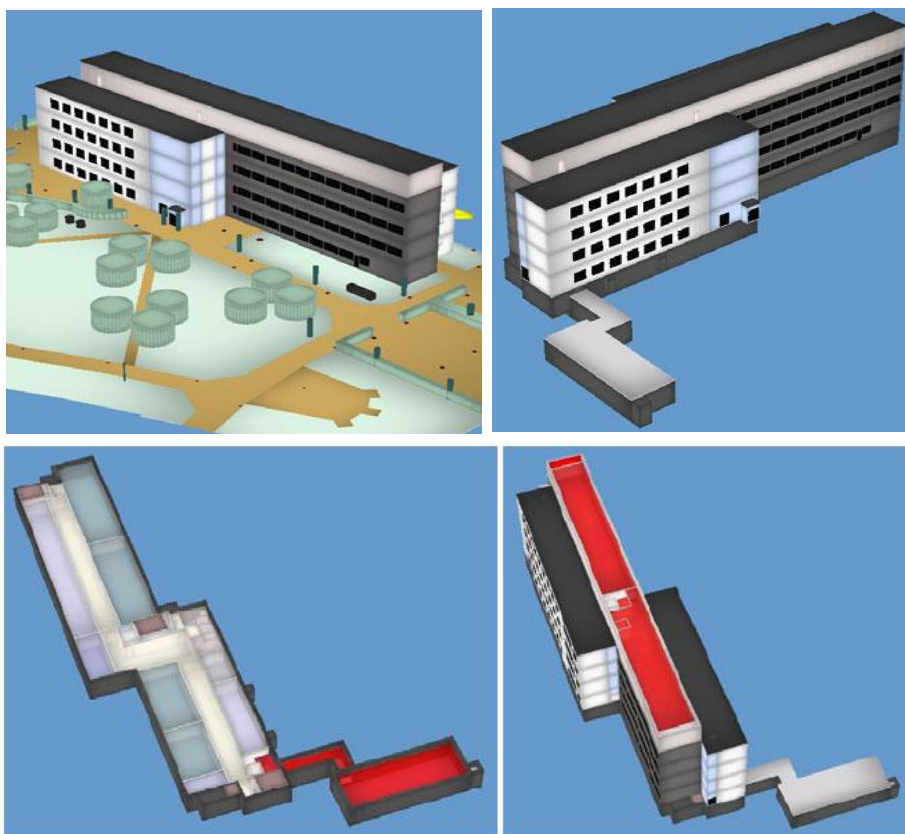
- Der bør ske en styrkelse af de forretningsmæssige dele i ordningen
- Der er behov for en intensiv indsats for bedre kommunikation med de forskellige brugergrupper med vægt på brugernes oplevelse af kvalitet
- Der bør løbende foretages markedsanalyser af brugergruppernes forskellige behov, så ordningens produkter udvikles, beskrives og formidles i henhold hertil
- Man bør trinvis udbygge ordningen frem mod en bygningens varedeklARATION, der skal kunne udarbejdes ved aflevering af nybygning og ombygning, ved salg og i tilknytning til udlejning.

For at styrke kommunikationen til de forskellige brugergrupper har SBI i de seneste år på forskellige fronter også arbejdet med 3D-visualisering og -simulering af bygningers geometri og energitilstand. Modellerne bygger på en 3D-simulering af bygningsform, arealer, bygningsdele og energiegenskaber, som brugeren selv vil kunne arbejde med interaktivt. Sådan 3D-simuleringer har været anvendt i samarbejde med statslige bygherrer, kreditforeninger samt ejere af boligblokke og parcelhuse. Erfaringerne herfra viser, at disse metoder kan forbedre kommunikationen betragteligt over for de forskellige brugergrupper og styrke deres involvering i forbedringer. I initiativer skal formen og effekten dog nærmere analyseres.

Sådanne energisimuleringer gennemføres på en Bygnings Informations Model (BIM), der fx kan genereres ud fra tilgængelige oplysninger hentet i BBR mv., og som er beskrevet under indsatsområde '1. Auto-energimærkning' (initiativ 1-6). BIM i 3D er en informationsmodel, hvor 3D-geometrien er en naturlig del af det informationstekniske indhold. De digitale informationer for de enkelte bygningsdele vil bestå af to dele, hvorfra bl.a. energitilstanden kan beregnes. Fx vil første del for en ydervæg være væggens geometri, hvorfra der gives mulighed for at beregne arealer og volumen. Anden del udgør de værdier, der ikke kan tegnes eller modelleres. Det kan fx være ydervæggens type, varmetabsværdi (U-værdi) og økonomi.

Bygningsdelen som et digitalt objekt indeholder dermed de variabler, hvorfra et varmetab kan beregnes med baggrund i bygningsdelens størrelse og materialetype. Samlet for hele bygningen giver det derfor følgende hovedelementer i en 3D- energisimulering:

- En volumenmodel af bygningens fysiske udformning set udefra
- En konstruktionsmodel med katalog over klimaskærmens energiprofil
- En installationsmodel med katalog over installationernes energiprofil
- En rummodel over brugsrum med indre arealer, volumen og egenskaber
- En energimodel som samler de andre modeller i en energisimulering
- En statistisk model for håndtering af variationer i data fra forskellige kilder.



Figur 32. 3D-model af etageejendom i København til undervisningsformål, hvorpå der er udført 3D-simulering af energitilstand og -potentialer for forbedring. Øverst vises bygningens volumenmodel og nederst rummodeller for de enkelte etager.

Det foreslås, at en bredere og bedre kommunikation med brugerne bygges på en interaktiv 3D-simulering af energiforbrug og -potentialer målrettet de enkelte brugergrupper. Følgende sammenhængende initiativer foreslås derfor gennemført under indsatsområde 2:

7. 3D-energisimulering ud fra en digital geometrisk 3D-model
8. Digital bygningsmodel over bygningsvolumen og -arealer
9. Digital konstruktionsmodel over bygningsdeles arealer og type

10. Vejledning 2 til ejere og brugere om dataopretning
11. Informationskampagne 2 for brugergrupper
12. Test og evaluering af prøveperiode 2.

Initiativ 7: 3D-energisimulering ud fra en digital geometrisk 3D-model

3D-energisimuleringen gennemføres med baggrund i en digital geometrisk 3D-model for bygning, konstruktioner, installationer og rum i bygningen. Digital model for bygning og konstruktioner udarbejdes i initiativ 8 og 9. Installationsmodellen forventes p.t. ikke med fordel at kunne konverteres til en digital model, hvorfor grundlaget fra initiativ 3 anvendes i 3D-energisimuleringen. Grundlaget til en 3D-rummodel er for de fleste bygninger ikke tilstede i dag uden ejeren medvirker, og den vil derfor ikke kunne generes automatisk på et kvalificeret grundlag. Der vil dog med baggrund i initiativ 8 og 9 kunne genereres et første gæt på en 3D-rummodel, som vil kunne anvendes af ejeren eller dennes rådgiver i initiativ 10 til at forbedre kvaliteten af rummodellen.

I dette initiativ skal der udarbejdes en model for 3D-energisimulering, som kan gennemføres automatisk på alle bygninger med baggrund i en simpel digital geometrisk 3D-model. Modellen bygger på arbejdet i indsatsområde '1. Auto-energimærkning' (initiativ 1-6), og den digitale geometriske 3D-model i initiativ 8 og 9. 3D-energisimuleringen skal samtidig være grundlaget for den interaktive vejledning 2 af brugerne, som udarbejdes i initiativ 10. Simuleringen skal visualisere energitilstanden i den digitale geometriske 3D-model, så man grafisk kan se de enkelte bygningsdeles energiprofil i forskellige klasser og farver. Man skal også kunne simulere forskellige energirenoveringer, og direkte se hvorledes det påvirker bygningens samlede energiramme. 3D-energisimuleringen kobles til Be10-beregningsmodellen og vil kunne være et supplement til Energimærkningsordningen.

Det anslås, at 3D-modellen for energisimulering med forskellige tests vil kunne udarbejde for omkring 2 mio. kr., idet det forudsættes, at resultatet af initiativ 1-6 og 8-9 foreligger som grundlag.

Initiativ 8: Digital bygningsmodel over bygningsvolumen og -arealer

En digital bygningsmodel over bygningens ydre grundareal, form og volumen inklusive taghældninger, som er orienteret i terrænet og med geodætiske referencer, er i dag muligt at udføre på landsplan. I dette initiativ skal en sådan digital geometrisk model udføres med baggrund i data fra BBR, matrikelkort mm. Disse data bliver desuden suppleret med eksisterende højde- og volumendata fra kommuner og firmaer, som ved overflyvning ol har skabt disse informationer. Model og data ligges ind i BBR og kobles til energimodellen i initiativ 7.

Det anslås, at for 2,6 mio. bygninger, som jf. Figur 17 vil kunne blive omfattet af auto-energiberegningsmodellen, så vil en digital bygningsmodel for hver af disse kunne indlægges i BBR for en omkostning på omkring 6 mio. kr.

Initiativ 9: Digital konstruktionsmodel over bygningsdeles arealer og type

Det vil også være muligt fra de data, som er grundlaget for bygningsmodellen i initiativ 8, at gennemføre en ekstra bearbejdning bygningsdelene, som bl.a. vil fastlægge vinduernes størrelse og placering i klimaskærmen. I dette initiativ skal der derfor udarbejdes en relateret konstruktionsmodel til bygningsmodellen, som beskriver klimaskærmens enkelte bygningsdele med særlig vægt på vinduer. De enkelte bygningsdele som tag, facader, vinduer, udvendige døre, terrændæk og kælder skal kunne knyttes til katalogerne over bygningsdelenes energiprofiler, som er udviklet i initiativ 2. Deres kon-

struktionsareal skal beregnes, og informationer om materialer fra BBR ol skal kobles til de enkelte typer af konstruktioner og deres orientering. Det er også ønsket, at etagearealerne skal kunne indlægges i konstruktionsmodellen, så bygningens samlede bruttoetageareal bliver fordelt på etager.

Det anslås, at for 2,6 mio. bygninger, som jf. Figur 17 vil kunne blive omfattet af auto-energiberegningen, så vil en digital konstruktionsmodel for hver af disse kunne indlægges i BBR for en omkostning på omkring 8 mio. kr.

Initiativ 10: Vejledning 2 til ejere og brugere om dataopretning

Vejledning 2 til brugerne er en udbygning af vejledning 1 nu med metode for, hvorledes professionelle og ikke professionelle ejere og brugere selv kan gennemføre en 3D-energisimulering på internettet. Simuleringen bygger på digitale data fra initiativ 7, 8 og 9, hvor der er udarbejdet digitale modeller af den enkelte bygning med konstruktioner og energiberegning.

Den enkelte ejer og bruger får mulighed for at kalde en digital model frem for deres eget hus fra BBR. De vil få mulighed for at indsætte andre geometriske data ved at 'trække i' den digitale geometriske model, så den blive i overensstemmelse med virkeligheden eller planer for ombygning. Disse data kan herefter gemmes i BBR og medvirke til opretning af informationerne i BBR. Brugeren kan også arbejde med energisimuleringen og afprøve effekten af forskellige muligheder for energibesparelse. Også disse data kan gemmes i energimodellens database i BBR og bidrage til en mere sikker samlet 3D-energimodel i BBR i fremtiden. Vejledning 2 bliver altså en mere interaktiv vejledning for ejere, deres rådgivere og andre brugere, som samtidig giver dem mulighed for at påvirke 3D-energimodellen i BBR.

I dette initiativ skal denne interaktive vejledning med 3D-energimodel udarbejdes målrettet de forskellige brugergrupper og bygningssegmenter, idet den benytter sig af de digitale modeller udarbejdet i initiativ 7, 8 og 9. Vejledningen skal udarbejdes som et interaktivt værktøj på internettet og bygge videre på vejledning 1. En første prototype skal udføres som grundlag for igangsættelse af initiativ 7, 8 og 9, og den endelige udgave skal opsamle erfaringer fra disse tre initiativer og udarbejdes efter at de er afsluttet.

Det anslås, at det tekniske arbejde kan gennemføres for omkring 2 mio. kr.

Initiativ 11: Informationskampagne 2 for brugergrupper

Når de væsentlige dele af initiativ 7-10 er fuldført, kan auto-energimærkningen inkludert en metode for 3D-energisimulering lanceres offentligt. Der udsendes målrettet information til de enkelte brugergrupper inklusive den interaktive vejledning, som er udarbejdet i initiativ 10. I informationskampagnen skal klart angives, at auto-energimærkningen ikke har den samme kvalitet som energimærkningen, og at man ønsker et interaktivt samspil med brugerne om dataopretning og videreudvikling. Hvorledes kampagnen skal sammensættes må vurderes på et senere tidspunkt, hvorfor der ikke er givet et forslag til de økonomiske ramme for dette initiativ.

Initiativ 12: Test og evaluering af prøveperiode 2

I en prøveperiode på et år efter lancering af auto-energimærkning med 3D-energisimulering gennemføres en løbende test og evaluering af udvalgte bygningseksempler. Evalueringen af de enkelte bygninger foreslås gennemført af godkendte energikonsulenter, og den kan indeholde vurderinger af uoverensstemmelser og justeringsmuligheder indenfor følgende temaer:

- Geometriske data for bygning, bygningsdele og rumindretning
- U-værdier og beskrivelse af bygningsdele i forhold til oprindelig opført, nuværende tilstand og potentialer for energirenovering

- Energiberegningsmetode, auto-energimærkning og usikkerhed
- Brugernes anvendelse af vejledninger og deres holdning til auto-energimærkningen, energiforbedringer og 3D-energisimulering.

Der regnes med en stikprøve på 100-300 bygninger som fordeler sig på de forskellige segmenter jf. Figur 31. Det anslås, at en sådan evaluering med metodebeskrivelse, energikonsulenternes dokumentation og samlet rapportering kan gennemføres for omkring 3 mio. kr. Resultatet af dette initiativ er grundlag for en bedre målretning og effekt af en fremtidig drift af ordningen.

6.3 Involvering af byggeparter og deres udvikling og PR

I de foregående initiativer har vi først arbejdet med det tekniske indhold i en auto-energiberegning og i en auto-energimærkning. Dernæst her vi set på, hvordan vi gennem brug af interaktiv 3D-energisimulering vil kunne inddrage brugerne bedre og samtidig reducere fejl i BBR og usikkerheden i beregningerne. Det er en indsats, som vil involveret data og formidlingsstøtte fra Energimærkningsordningen og forsyningsselskaberne. Som et tredje element i udbredelsen af auto-energimærkningen og reduktion af CO₂-udledningen vil vi nu se på, hvordan vi kan involvere byggeparterne mere aktivt i udvikling, udbredelse og reduktion af usikkerhed i beregningerne.

Formålet med dette indsatsområde er dobbelt. På den ene side vil vi gerne have inddraget byggeparterne i en målrettet PR-indsats, idet det er dem der skal realisere energiløsningerne i praksis, og det er dem, der derfor har den direkte kontakt med ejerne og brugerne. Dette gør, at det også er dem, der får den direkte gevinst af en større udbredelse. På den anden side vil vi gerne motivere dem til at fremme udviklingen af mere energieffektive løsninger, så renoveringsomkostningerne til hver sparet kWh kan bringes ned og løsningerne får en større værdi for brugerne.

En sådan indsats har AlmenNet, Bygherreforeningen og Ejendomsforeningen Danmark fx efterlyst i deres handlingsplan (Bygherreforeningen, 2010; Bertelsen, 2009). Uddrag heraf er gengivet i bilag L. For nærværende er der dog kun foreslået et initiativ under indsatsområde 3, og det har til formål at virke som en igangsætter for andre initiativer målrettet byggeparterne. Indsatsområdet vil senere kunne udvide med andre initiativer, når det har fået fodfæste i byggeerhvervet og blandt de besluttende myndigheder.

Initiativ 13: Energi- og udviklingspotentiale for væsentlige bygningsdele

I dette initiativ skal der udarbejdes en metode til systematisk analyse af energi- og udviklingspotentiale for væsentlige bygningsdele på landsplan eller udvalgte segmenter. Informationerne kan udarbejdes med baggrund i auto-energiberegningerne og 3D-modellernes arealberegninger, og de kan stilles til rådighed for de forskellige byggeparter, som grundlag for deres tilrettelæggelse af PR-indsats og planlægning af udvikling og produktivetsforbedringer. Initiativet kan også omfatte udvikling af beslutningsredskaber, som gør det enklere for byggeparterne at fremskaffe og udarbejde det nødvendige beslutningsgrundlag i tilbudsgivning og gennemførelse af energirenovering.

Analyserne kan fx dreje sig om, hvilke tiltag der CO₂- og energimæssigt er de største og vigtigste at prioritere, eller hvilken indsats der hurtigst kan give stor effekt ved lille investering. Man kan også se på specifikke isoleringspotentialer fx renovering af vinduer, facader og tag og vurdere deres udviklingspotentiale. Man kan også arbejde med at gennemføre en mere konkret

kortlægning, som giver en bedre relation til byggevarer og ydelser med forskellige renoveringspriser og CO₂-reduktioner.

Der kan i den forbindelse udarbejdes oversigter over forskellige bygningstyper og forskellige tiders byggeskik med fokus på, hvad der allerede er udført, og hvor der kan spares mere på energiforbruget. Disse oversigter kan specificeres i forhold til forskellige kommuner, forsyningsområder eller lokalplanområder. De kan også udbygges med erfaringer for udførte renoveringer, og hvor store besparelser man har opnået. Dette giver samtidig bidrag til bedre erfaringsmateriale, som kan være et godt grundlag for udvikling og effektiviseringsprojekter.

Det er dog vigtigt at holde sig for øje, at analyserne og værktøjerne skal være motiverende for byggeparterne, så deres PR-indsats og udvikling øges og bidrager til reduktion af CO₂-udledningen. Det vil ikke i sig selv give forbedringer og større udbredelse af auto-energimærkningen, men det kan også understøtte og fremme andre mere operationelle initiativer. Analysernes omfang og finansieringsmåde kan ikke kvantificeres nærmere på nuværende tidspunkt, hvorfor der ikke er givet forslag til en økonomisk ramme.

7. Konklusion og anbefalinger

I redegørelsen er vist, hvordan man kan gennemføre en automatisk beregning af bygningers energiramme med baggrund i BBR-data og supplerende vurderinger – kaldet BBR+. Der er givet forslag til, hvordan alle eksisterende huse løbende kan energimærkes automatisk efter principperne for en simplificeret energimærkning. Indførelsen af auto-energimærkning i forskellige bygningskategorier er prioriteret, og deres forskellige behov er vurderet sammen med beregningens usikkerhed. Indførelse af auto-energimærkning af de forskellige bygningssegmenter er prioriteret som følger:

- 1. Boliger under 2-plan
- 2a. Etageboliger mv.
- 2b. Serviceerhverv
- 2c. Produktionserhverv
- 3a. Institutioner (ej 1&2a)
- 3b. Fritidsformål.

Redegørelsens gennemførelse og ønsker til resultat

Redegørelsen er udarbejdet i de fire trin, som det var planlagt i projektprogrammet: 1. Målsætning og problemstillinger, 2. Beregningsmetoder, 3. Løsningseksempel samt 4. Rapport med anbefalinger. Under behandling af problemstillinger er vist, hvordan spredningen i energiforbruget afhænger af udeklima, bygning og brugernes adfærd samt kombinationer af disse. Det er også vist, at variationer fra klima og bygning er mindre end for brugernes adfærd. Det betyder, at en beregningsmetode må tage hensyn til alle tre parametre, og at brugernes forbrugsmønster og adfærd er meget vigtige, når vi skal vurdere det virkelige energiforbrug.

Det er også vist, at der er behov for data og informationer fra forskellige kilder ud over BBR-data, som kan vejes op mod hinanden, hvis man vil gøre auto-beregningen mere sikker. Det kan fx dreje sig om bedre data om energiforsyningen til bygningerne, de enkelte bygningsdeles omfang og deres nuværende energistandard samt størrelsen af opvarmet areal. De behandlede problemstillinger med forslag og anbefalinger fra SBI er efterfølgende fremlagt under overskrifterne:

- Metoden til automatisk energirammeberegning og -mærkning
- Afprøvning af metoden på udvalgte boliger i Helsingør Kommune
- Anbefalinger til fremtidige initiativer til fremme af auto-energimærkning.

Metoden til automatisk energirammeberegning og -mærkning

Metoden til automatisk energirammeberegning er blevet udarbejdet, og den bygger primært på oplysninger fra BBR, der er suppleret med antagelser om bygningens udformning ud fra viden om byggeskikken på opførelsesåret. Bygningsdelens energistandard på opførelsestidspunktet er bestemt på basis af gældende bygningsreglement, da huset blev bygget. Forskellige erfaringer fra tidligere projekter om energiberegninger er også inddraget som antagelser i beregningsgrundlaget. Den udarbejdede metode for auto-energiberegning er opbygget i følgende moduler og trin:

- 1 Anvendte BBR-oplysninger
- 2 Geometrisk modul i beregningen
- 3 U-værdi modul i beregningen
- 4 Energiberegningsmodul
- 5 Primære beregningsresultater

- 6 Sekundære beregningsresultater
- 7 Usikkerhed på enkeltværdier
- 8 Auto-energimærkning
- 9 Følsomhedsanalyse på resultatet.

I en første afprøvning er auto-energiberegningen sammenlignet med et DTU-projekt fra 80'erne, hvor man har foretaget detaljerede beregninger af fem enfamiliehuse og fire etageboliger fra forskellige tidsperioder. Auto-beregningen er vist som et sandsynligt energiforbrug med en øvre og nedre grænse, der er sammenlignet med beregningen fra DTU-projektet. I tre tilfælde ligger DTU-beregningen inden for de to ydergrænser i auto-beregningen. I fem tilfælde ligger DTU-beregningen højere end auto-beregningens øvre grænse, og i et tilfælde ligger DTU-beregningen lavere end auto-beregningens nedre grænse. Ved nærmere studier af disse afvigelser har forskellene kunne forklares, men de har samtidig givet indsigt i problemstillinger, som bør uddybes.

Afprøvning af metoden på udvalgte boliger i Helsingør Kommune

Den forenklete og automatiske metode til beregning af energiforbrug i eksisterende bygninger er blevet afprøvet på to grupper af boliger i Helsingør Kommune. Den ene gruppe drejer sig om 56 enfamiliehuse på Viborgvej, og den anden gruppe drejer sig om 22 flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej. Af disse huse er 13 % henholdsvis 11 % blevet energimærket. For enfamiliehusene er det den samme andel som på landsplan, mens flerfamiliehusene er mindre end halvdelen af landsgennemsnittet.

For de fem henholdsvis seks energimærkede huse, der er repræsenteret i hver af disse grupper, er der foretaget en sammenligning mellem Energimærkningsordningens energimærke og auto-beregningens automatiske energimærkning (auto-energimærkning). I to tilfælde er de ens, i seks tilfælde er auto-energimærkningen lavere, og i to tilfælde er auto-energimærkningen højest. Det interessante er, at for alle flerfamiliehuse er auto-energimærkningen lavere end eller lig med Energimærkningsordningens, mens enfamiliehusene fordeler sig ligeligt over og under. Ved indførelse af en auto-energimærkning skal man derfor arbejde for, at forskellene mellem Energimærkningen og auto-energiberegningen kan nedbringes.

For at motivere ejeren til en officiel energimærkning og ajourføring af data i BBR og i 3D-energimodellen foreslås det, at auto-energimærkningen fastlægges på den sikre side (fx som den øvre værdi) i forhold til den officielle energimærkning. Dette princip anvendes også i den norske energimærkningsorden, som også arbejder med forskellige niveauer af energimærkning.

Når man foretager en auto-energimærkning af de 56 henholdsvis 22 huse i afprøvningen efter middelværdien og efter den øvre værdi i energiberegningen fordeler mærkningen sig på følgende måde på de syv energiklasser:

Energiklasse	Enfamiliehuse		Flerfamiliehuse	
	Middel værdi	Øvre værdi	Middel værdi	Øvre værdi
Klasse A	0	0	0	0
Klasse B	1	0	0	0
Klasse C	1	2	1	0
Klasse D	10	4	0	1
Klasse E	25	7	3	0
Klasse F	15	26	12	4
Klasse G	3	17	6	17
I alt	56	56	22	22

Brugen af auto-beregningsmetoden på de 78 huse på de to veje i Helsingør viser, at metoden kan anvendes til auto-energimærkning, men det skal foretages med visse forudsætninger. Afprøvningen har vist, at vi nemt kan finde de huse, som sandsynligvis har det største potentiale for energibesparelse. Men vi ved dog ikke, om de allerede er blevet efterisoleret, eller om der er foretaget andre energibesparende foranstaltninger, da det ikke er registreret i BBR.

Denne problemstilling vil i et vist omfang kunne løses ved at kombinere BBR-data med anden statistik om renoveringstiltag, som fx udskiftning af vinduer eller efterisolering. En anden løsning kunne være at hente oplysninger fra energileverandører om den aktuelle energiforsyning til bygningen og om installationernes status. Herved får man mulighed for at kontrollere beregningerne og forbedre estimatet, men samtidig står man også med en forklaringsopgave, hvis beregning og forbrug ikke passer sammen. En tredje løsning er, at sammenligne auto-beregningen med de bygninger, som er officielt energimærket. I redegørelsen er det vist, at det er en god måde at kalibrere auto-beregningerne på.

Det ser også ud til, at de supplerende antagelser om bygningens geometri kan anvendes, og at matrikelkortene kan forbedre BBR-dataene med hensyn til bygningernes orientering og grundareal. Erfaringerne fra afprøvningen gav også anledning til en drøftelse af digitale bygningsmodeller som virkemiddel over for ejere til forbedring af datagrundlaget for bygningens geometri og bygningsdelenes energistandard. Det vurderes i den forbindelse, at en nøjagtig geodætisk reference for bygningerne ikke er af væsentlig betydning for 3D-modellens anvendelighed i auto-energimærkningen, hvis de blot kan kobles til matrikelkort og adressen.

Anbefalinger til fremtidige initiativer til fremme af auto-energimærkning

Med baggrund i redegørelsens analyser konkluderer SBI, at en automatisk energirammeberegning med tilhørende auto-energimærkning kan gennemføres for eksisterende huse med baggrund i BBR+ data. BBR+ data er data fra Bygnings- og BoligRegistret suppleret med antagelser fra andre datakilder samt en ajourføring af BBR-data med ejerens interaktive involvering.

Indføringen af auto-energimærkningen foreslås prioriteret efter de bygnings-segmenter, der er foreslået tidligere i konklusionen. Der er dog behov for en videreudvikling af grundlaget og reduktion af beregningens usikkerhed, som ligger på mellem 10 og 40 % alt efter husenes alder og kompleksitet samt datapraksis i de enkelte kommuner. SBI anbefaler, at den tekniske udvikling af auto-beregningen suppleres med en kommunikationsindsats, som fra starten af styrker bygningsejernes, brugeres og offentlighedens accept og tiltro til auto-energimærkningen.

SBI anbefaler desuden, at der trinvist igangsættes 13 initiativer. De første seks initiativer (indsatsområde 1) har hovedvægt på den tekniske indføring af auto-energimærkning (automatisk energirammeberegning og energimærkning) i BBR. Her forsøges usikkerheden på beregningerne reduceret ved at koble BBR-data med andre kildedata. De seks næste initiativer (indsatsområde 2) har hovedvægt på udbredelse af anvendelsen og accept i offentligheden og motivation af ejere og brugere. Det sidste initiativ (indsatsområde 3) skal involvere byggeparterne aktivt i den tekniske forbedring og den markeds-mæssige udbredelse af auto-mærkningen, samt bidrage til at auto-mærkningen accelererer udviklingen af energieffektive bygningsdele.

De 13 initiativer fordeler sig på de tre indsatsområder som følger:

1. Initiativer for etablering af auto-energimærkning af bygninger med BBR+

1. Auto-energimærkning i BBR som ny ejerinformation
2. Energimærkede huse samkøres med BBR-data
3. Forsyningsdata samkøres med BBR-data
4. Vejledning 1 til brugerne om dataopretning
5. Informationskampagne 1 for brugergrupper
6. Test og evaluering af prøveperiode 1
2. Initiativer om større udbredelse og brugerinvolvering med 3D-simulering
 7. 3D-energisimulering ud fra digitale modeller af geometrien
 8. Digital bygningsmodel over bygningsvolumen og -arealer
 9. Digital konstruktionsmodel over bygningsdeles arealer og type
 10. Vejledning 2 til ejere og brugerne om dataopretning
 11. Informationskampagne 2 for brugergrupper
 12. Test og evaluering af prøveperiode 2
3. Initiativer til involvering af byggeparter og deres udvikling og PR
 13. Energi- og udviklingspotentiale for væsentlige bygningsdele.

SBi anbefaler desuden, at ovenstående initiativer samordnes i en overordnet udviklingsstrategi, som beskrives på følgende områder:

1. Initiativer for etablering af auto-energimærkning af bygninger med BBR+
2. Initiativer om større udbredelse og brugerinvolvering med 3D-simulering
3. Initiativer til involvering af byggeparter og deres udvikling og PR
4. Prioritering af initiativer efter geografiske og bygningsmæssige segmenter
5. Teknisk udvikling med professionelle parter
6. Ejere og brugeres involvering og motivation

SBi foreslår, at de 13 initiativer igangsættes trinvist i den rækkefølge, de er fremlagt, men at indsatsområde 2 og 3 godt kan starte fremskudt i forhold til indsatsområde 1. SBi foreslår også, at der tilknyttes en referencegruppe med repræsentanter fra alle centrale brugergrupper, som sikrer en løbende tilpasning og forankring af resultaterne. SBi foreslår desuden, at der inden igangsættelsen foretages en diskussion af de norske erfaringer med auto-energimærkning, en screening af interessenters forhold til redegørelsens forslag, og opstilling af en følsomhedsmodel til prioritering af initiativerne.

SBi vurderer, at 10 af de 13 initiativer kan gennemføres for omkring 33 mio. kr. Hertil kommer tilknyttede informationskampagner i initiativ 5 og 11 og byggeparternes involvering i initiativ 13 samt den overordnede administration af initiativerne, som ikke er prissat. Den årlige drift af auto-energimærkningen inklusive en løbende ajourføring og udvikling af en simpel digital model for alle bygninger i BBR er ikke vurderet nærmere. Det skønnes dog, at den årlige drift vil blive langt mindre end de anslåede udviklingsomkostninger. Ejendomsvurderingen vil som sidegevinst kunne forbedres væsentligt, når der med initiativerne bliver adgang til en digital model af bygningerne i BBR inklusive beskrivelser af konstruktioner og installationer.

De fremlagte forslag for indføring af auto-energimærkning af eksisterende bygninger forudsætter:

- At BBR-dataene ajourføres og kvalitetssikres for at fjerne uoverensstemmelser i data og for at reducere usikkerheden i energiberegningerne
- At Energimærkningsordningen bibeholdes i en opdateret form jf. auto-energimærkningen, så den fortsat kan bruges i en løbende kalibrering
- At forsynings- og installationsdata samkøres med BBR-data mv.
- At der etableres en digital bygningsmodel af alle eksisterende bygninger, og der for enhver bygning i BBR findes tilsvarende oplysninger om bygningens form og arealer til brug i energiberegningerne
- At ejere, forsyningsselskaber, byggeparter og andre brugere inddrages i interaktive forbedringsrutiner og udbredelse af auto-energimærkningen
- At beregningernes usikkerhed løbende reduceres og systemet fortsat udvikles, effektiviseres og tilpasses behovene på markedet.

Henvisninger

- Aggerholm, S. og Grau, K. (2005). *Bygningers energibehov - Pc-program og beregningsvejledning*. (SBI-Anvisning 213). Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Hørsholm.
- Bertelsen, N. H. (1987). *Fugttransport målt med kopmetoder – samkalibrering og usikkerheder*. Et projekt støttet af Nordtest. Teknologisk Institut, Byggeteknik, Tåstrup, november 1987.
- Bertelsen, N. H. og Vogt-Nielsen, K. (2009). *Energiforbedring af den almene boligsektor med effekt i afdelingerne - Forslag til udviklingsprogram med otte udviklingsprojekter koordineret af AlmenNet*. AlmenNet, København, AlmenRapport 6 www.almennet.dk
- Bertelsen, N. H. (2007). *Fælles ordning for huseftersyn og energimærkning - Forslag til udvidelse med sikkerhed og sundhed samt vision om varedokumentation for boliger*. Notat i projekt 741-034, dateret 2/3 2007 i alt 35. Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Hørsholm. Under udgivelse.
- Bertelsen, N. H. (1999). *BBR og oplysninger om energi og miljø – Forslag fra arbejdsgruppe nedsat af Energistyrelsen og Kort- og Matrikelstyrelsen*. Energistyrelsen, Miljø- og Energiministeriet, København.
- BR10 (2010). *Bygningsreglement 2010*. Erhvervs- og Byggestyrelsen, København www.ebst.dk
- Bygherreforeningen (2010). *Handlingsplan for energirenovering af lejligheder*. AlmenNet, Bygherreforeningen og Ejendomsforeningen Danmark. www.bygherreforeningen.dk
- Dokka, T. H.; Svensson, A; Wigenstad, T.; Andresen, I.; Simonsen, I. og Berg, T. F. (2011). *Energibruk i bygninger – Nasjonal database og sammenligning av beregnet og målt energibruk*. Prosjektrapport 76 – 2011. SINTEF akademisk forlag, Oslo.
- Dyrstad Petersen, T. (1997). *Uncertainty analysis of energy consumption in dwellings*. TNU, Trondheim, Norway. Doktor ingeniøravhandling 1997:122.
- EPBD (2008). *Implementation of the Energy Performance of Buildings Directive - Country reports 2008*. EPBD Buildings Platform, Brussels. www.buildingsplatform.eu. ISBN: 2-930471-29-8.
- Hiller, C. (2003). *Sustainable energy use in 40 houses. A study of changes over a ten-year period*. Department of Building Physics, Lund University of Technology, Lund, Sweden, report TVBH-3044.
- Jensen, O. M. (2004). *Barrierer for realisering af energibesparelser i bygninger*. Notat. Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Hørsholm.
- Madsen, F. og Engelund Thomsen, K. (1981). *Efterisolering af parcelhuse. Undersøgelser af forskellige energibesparelsers effekt og rentabilitet*. Laboratoriet for Varmeisolering, DTU, Lyngby.

- Rasmussen, N. H. (1980). *Energibesparelser og energiøkonomi i etageboligen*. Laboratoriet for Varmeisolering, DTU, Lyngby.
- Saltelli, A.; Tarantola, S.; Campolongo, F. og Ratto, M. (2004). *Sensitivity analyses in practice. A Guide to Assessing Scientific Models*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England.
- Teknologisk Institut (1989). *Potentiale for energibesparelse i bygninger*. Teknologisk Institut Byggeteknik, Tåstrup. Maj 1989.
- Vogelius, P. og Bertelsen, N. H. (2009). *Ny funktionsklassifikation til Bygnings- og Boligregistret (BBR) - Udredning om myndighedernes behov og forslag til modernisering som del af nyt BBR udarbejdet for Erhvervs- og Byggestyrelsen*. Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Hørsholm, projekt 721-088, rapportudkast dateret 16/12 2009. Under udgivelse.
- Wittchen, K. B. (2009). *Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri*. (SBI 2009:05). Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.

Bilag A: Opfordringsskrivelse fra EBST vedrørende konsulentopgaven

8. juli 2009 udsendte Erhvervs- og Byggestyrelse, EBST nedenstående opfordringsskrivelse med bilag til bl.a. Statens Byggeforskningsinstitut, SBI som mulig leverandør til den beskrevne konsulentopgave.

Konsulentopgave vedrørende automatiseret energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse

Erhvervs- og Byggestyrelsen har afsat et rammebeløb på kr. 450.000 eksklusive moms til en konsulentopgave, der belyser mulighederne for og omkostningerne ved at udføre energirammeberegninger alene baseret på en analytisk anvendelse af BBR-data samt eventuelle andre offentligt tilgængelige datasamlinger. Opgaven er nærmere beskrevet i bilag 1.

Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST) vurderer, at der er behov for en indledende idé-fase, hvor grundlaget for problemstillingen belyses og indkredses bedst mulig. EBST ønsker derfor med denne henvendelse, at opfordre jeres virksomhed til at deltage i idé-fasen af udviklingen af en automatiseret energirammeberegning for den eksisterende bygningsmasse.

Med idé-oplægget håber EBST, at jeres virksomhed kan anbefale en tilgang til opgaveløsningen og fremkomme med et forslag til præcisering af problemstillingen. EBST har afsat 50.000 kr. til honorering af hhv. COWI og SBI for udarbejdelsen af et idé-oplæg.

Med udgangspunkt i de udarbejdede idé-oplæg vil EBST efterfølgende tilskære problemformuleringen og anmode om afgivelse af tilbud. Idé-oplægget vil indgå i beslutningsgrundlaget for valg af leverandør; men EBST frasier sig ikke muligheden for at anmode om tilbud fra leverandører udover de her nævnte. Ligeledes forbeholder EBST sig ret til at undlade at gennemføre projektet.

Som grundlag for udarbejdelse af idé-oplægget vedlægges en kortfattet opgavebeskrivelse, samt en forventet hovedtidsplan. Idé-oplæggets problemformulering skal udformes på en sådan måde, at opgaven vil kunne løses indenfor den disponible ramme på kr. 450.000 og en tidshorisont på maksimalt 5 måneder.

Idé-oplæggene skal forelægge skriftligt og forbliver EBST's ejendom og EBST forbeholder sig retten til at udnytte alle modtagne idé-oplæg i forbindelse med udarbejdelsen af det endelige tilbudsmateriale.

Al henvendelse vedrørende konsulentopgaven bedes rettet til:

Specialkonsulent Lars Misser
Erhvervs- og Byggestyrelsen
Dahlerups Pakhus
Langelinie Allé 17
2100 København Ø
Tlf. 35466000
Tlf. direkte 35466536
E-mail: lmi@ebst.dk

De indbudte virksomheder er meget velkomne til at rette henvendelse til ovenstående for en dialog om opgavens udførelse.

Idé-oplæggene, der skal være mærket "Automatiseret energirammeberegning", skal afleveres og være EBST i hænde senest mandag den 10. september 2009, att.: Lars Misser.

Følgende konsulentvirksomheder er anmodet om deltagelse:

COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

SBi - Statens Byggeforskningsinstitut
Dr. Neergaards Vej 15
DK - 2970 Hørsholm

I bedes venligst bekræfte modtagelsen af nærværende skrivelse med bilag ved fremsendelse af en e-mail til ovenstående samt snarest bekræfte, hvorvidt De ønsker at udarbejde et idé-oplæg indenfor de givne rammer.

Med venlig hilsen

Søren Rude
Kontorchef

Bilag 1: OPGAVEBESKRIVELSE

1. Indledning

EBST ønsker at undersøge, hvorledes en automatisk energirammeberegning af alle eksisterende bygninger kan udføres.

Lovgivningen omfatter i dag to udbredte opgørelsesmetoder for en bygnings energiforbrug:

- I bygningsreglementet stilles krav om en energirammeberegning, der skal fremsendes i forbindelse med byggeansøgningen. Beregningen udføres efter SBi-anvisning 213.
- Når et hus skal sælges, skal det have en gyldig energimærkning. Energimærkningen fortæller, hvordan bygningens energimæssige tilstand er, og hvordan den kan blive bedre, f.eks. ved udskiftning af vinduer, isolering eller udskiftning af et gammelt varmeanlæg.

Disse to ovenstående opgørelsesmetoder er meget grundige; men har en relativt lille dækningsgrad. Som supplement hertil har EBST påbegyndt et projekt, hvor vi med forslag til en ny hjemmel i BBR-loven vil bede energiforsyningselskaberne indsende nøgletal for deres kunders (slutbrugernes) energiforbrug. Slutmålet er at BBR vil indeholde nøgledata over hver opvarmet bygnings faktiske forbrug. Der er en forventning om, at dette projekt vil kunne realisere et rimeligt troværdigt energiforbrugsestimat for en meget høj andel af alle eksisterende bygninger.

Som bygningsmyndighed er EBST af den opfattelse, at der mangler en helt grundlæggende energivurdering, der omfatter alle opvarmede bygninger. Denne grundlæggende energivurdering skal være fuldautomatisk og kunne opdateres løbende; men behøver til gengæld ikke være så nøjagtig som de to etablerede løsninger.

EBST ønsker en vurdering af i hvilken grad det vil være muligt at opnå en troværdig energivurdering af en hvilken som helst opvarmet bygning baseret

på BBR-data og / eller tilsvarende tilgængelige offentlige datasamlinger. Vurderingen bør således omfatte en analyse af hvilke andre typer oplysninger der vil være væsentlige for, at opnå et tilfredsstillende resultat.

Baggrunden er, at EBST har en interesse i, at få underbygget en formodning om, at det vil være muligt, at komme temmelig langt med en systematisk brug af BBRs oplysninger om husets størrelse, anvendelse, antal værelser, opførelsesår (og deraf gældende energikrav i bygningsreglementet) samt varmeinstallationer m.v. F.eks. kan man måske også udlede noget om størrelsen af vinduesarealet på baggrund af bygningsreglements krav om rudeareal i forhold til gulvareal osv. - og måske på sigt benytte modellen til at fokusere energimærkeordningen mod de potentielt mest energislugende eksisterende bygninger.

2. Beskrivelse af delopgaverne

Konsulentopgaven skal gennemføres i henhold til hovedtidsplanen i bilag 2.

EBST har en forventning om, at der vil opstå en efterspørgsel efter hurtige konklusioner. EBST foretrækker derfor en model, hvor arbejdet opdeles i 3 faser:

Idé-oplæg:

Der ønskes fremlagt en velovervejet model for, hvordan de to delopgaver kan løses på en måde, som med størst mulig sandsynlighed leder frem til de ønskede resultater. Idé-oplægget skal omfatte præcise problemformuleringer til de to delopgaver, udformet på en sådan måde at de vil kunne løses indenfor de afsatte rammer. Der skal endvidere fremlægges forslag til strukturel kapitelvis opbygning af de to delrapporter. Idé-oplægget fremlægges skriftligt.

Rapportversion 1:

Det er væsentligt for den politiske proces, at hovedresultaterne afrapporteres så tidligt som muligt i forløbet. Det skal her bl.a. afklares om og hvordan der kan udvikles en automatiseret energirammeberegning, der kan dække alle opvarmede bygninger. Samt hvilke løsningsmuligheder, der skønnes at være realiserbare.

Rapportversion 2:

Detailbeskrivelse af anbefalet løsning samt estimat over hvilke omkostninger, der vil være forbundet med en implementering. Overblik over de væsentligste muligheder for tilvalg, fravalg og alternative løsninger. Delopgave 2 afsluttes med en endelig rapport, der skal indeholde materialet fra delrapport 1.

Såvel idé-oplægget som rapporterne skal afleveres i en sådan form, at de kan læses uafhængigt af andet materiale, trykkes og udsendes i høring, der som EBST måtte ønske det. Rapporterne skal endvidere leveres i elektronisk format (PDF-format), samt i en redigerbart Word-format med fuld adgang til redigering af evt. illustrationer.

Alt skriftligt materiale, der afleveres til EBST, skal være redigeret og korrekturlæst.

Bilag B: Idéoplæg til automatisk energivurdering af bygninger

Statens Byggeforskningsinstitut, SBI sendte den 2. februar 2009 nedenstående idéoplæg til Erhvervs- og Byggestyrelsen, EBST med opfordring til at igangsætte et projekt vedrørende *Energivurdering af bygning og markedsplatform for virksomheder*.

Energivurdering af bygning og markedsplatform for virksomheder - projektbeskrivelse.

Energiforbrug til opvarmning af bygninger er en stor post på CO₂-regnskabet, og i regeringens energipolitik lægges der derfor vægt på at nedbringe dette bidrag. Et centralt virkemiddel er at fremme udvikling af ny og bedre løsninger til den eksisterende bygningsmasse, og at få virksomheder engageret i en målrettet markedsføring og produktudvikling. For at støtte denne udvikling ønsker Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST) at udvikle en markedsplatform med basis i Bygnings- og Boligregistret (BBR) og andre registre, som kan vise behovet for energiforbedringer på de enkelte bygningsdele.

Formålet med projektet

Projektet skal udarbejde en redegørelse for, hvorledes en markedsplatform for energivurdering af bygninger kan udvikles og sættes i drift. I redegørelsen skal belyses hvorledes forskellige bygningssegmenter kan behandles, hvilke registre og aktører der kan inddrages, og hvilke konstruktioner og installationer der er væsentlige i energivurderingen af eksisterende bygninger. Redegørelsen planlægges fremlagt for Domænebestyrelsen den 4/3 2009.

Bygningsdele, omfang og energistandard

Markedsplatformen skal give virksomhederne en oversigt over centrale bygningsdele for forskellige bygningssegmenter, der kan afgrænses geografiske til fx en vej, en by, en kommune, et forsyningsområde eller en region. For hver bygningsdel vises omfanget i antal eller kvadratmeter samt dens energistandard. For nogle bygningsdele som fx vinduer og varmepumper er der konkrete energimærkninger, som man også kan sammenligne med.

Bygningsdele omfatter konstruktioner, installationer og energiforsyning i bygningen herunder også alternativ energiforsyning. Konstruktioner er bygningens klimaskærm som omfatter: Ydervægge, vinduer/døre, tage og terrændækskonstruktion. Installationer er fordelingsanlæg og faste apparater i bygningen som anvendes til følgende formål: Opvarmning, varmt brugsvand og ventilation. Der kan i tilknytning hertil også udarbejdes oversigter over enkeltkomponenter som fx antal termostatventiler, radiatorer, kedler og pumper. I redegørelsen skal desuden gives en vurdering af, hvorledes el til belysning, husholdningsapparater, computere og maskiner mv. skal indgå i markedsplatformen.

Hver bygningsdel forsøges desuden opdelt i forskellige kategorier, som karakteriserer deres produktionsform, produktkategorier og energistandard. Fx kan ydervægge opdeles i hule teglstensvægge, betonelementer og lette træfacader. En sådan kategorisering ligger op til forskellige efterisoleringsløsninger, som kan forbedre energistandarden.

En sådan kategorisering med tilhørende energistandard og energimærkning vil gøre det nemmere for leverandører og kunder at sammenligne priser og dermed bidrage til en konkurrence på og en udvikling af bedre energiløsninger.

Bygningssegmenter, registre og platformens udvikling

Idégrundlaget til markedsplatformen er hentet fra en serie analyser, som blev gennemført i 80'erne og 90'erne for Energistyrelsen af Teknologisk Institut under navnet Eproj. Eproj tager afsæt i BBRs forskellige registreringer suppleret med forskellige modeller for bygningens udformning, som muliggør beregning af de enkelte bygningsdeles omfang. Ved sammenligning med bygningens aktuelle energiforbrug kan man derfor give et gæt på bygningsdeles energistandard. Programmet er dog noget forældet og kræver en modernisering, som kan nedbringe usikkerheden i beregningerne.

Privatejede parcel- og rækkehuse til boligformål udgør et stort antal, som vil være central i markedsplatformen. For dette segment har Energistyrelsen en mærkningsordning, som går hånd i hånd med Huseftersynsordningen, og som med sine 50-70.000 eftersyn pr. år direkte vil kunne indgå i markedsplatformen. Disse bygninger energimærkes hovedsagelig ved salg af ejendommen. SBI har på det seneste gennemført detaljerede beregninger på dette bygningssegment for Energistyrelsen, og resultaterne viser god overensstemmelse med det aktuelle energiforbrug.

Med baggrund i Eproj og disse seneste erfaringer samt data fra BBR, forsyningsregistre og andre registre mv. vil andre bygningssegmenter blive søgt inddraget i markedsplatformene, så den kan komme til at dække alle væsentlige bygningskategorier.

Energistyrelsen har også en mærkningsordning for erhvervsejendomme, som omfatter kontorejendomme, administrationsejendomme og institutioner, og fra 1/7 2009 også leje-, andels- og anpartsbyggeri over 1.000 m². Disse ejendomme energimærkes fast hvert 5. år. Dette segment vil også kunne inddrages i markedsplatformen.

SBI har arbejder sammen med Nykredit om en energibyggningsmodel, som Nykredit nu har lanceret i reklamer på TV, og som kan støtte parcel- og rækkehus ejere ved vurdering af lånemuligheder. Modellen bygger på en 3D-simulering af bygningens form og energiegenskaber, som brugeren selv kan arbejde med. I redegørelsen ønskes også vurderet, hvorledes sådanne interaktive 3D-simuleringer kan inddrages i markedsplatformen, så datagrundlaget bliver så robust som muligt, og forskellige brugergrupper inddrages interaktivt.

Med venlig hilsen

Niels Haldor Bertelsen
Seniorforsker

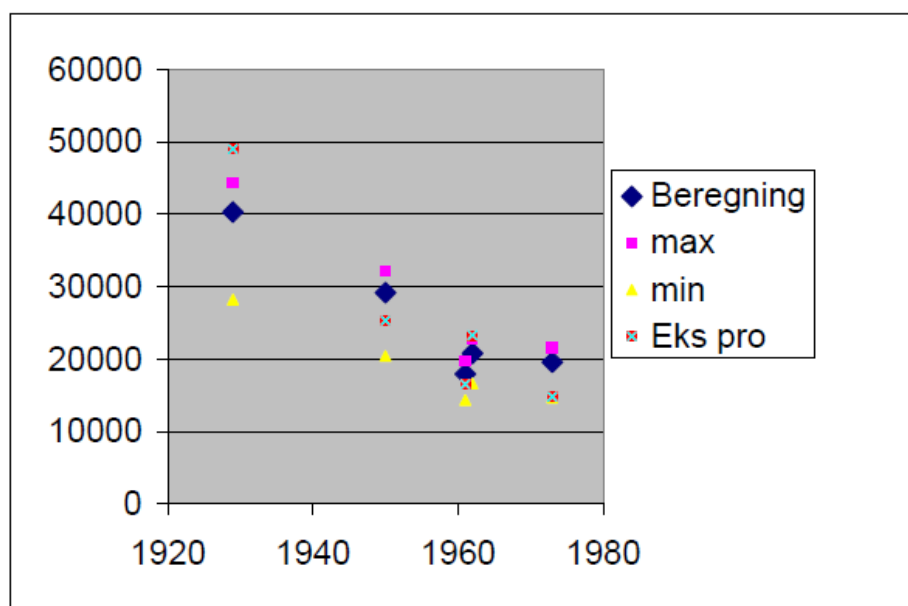
Bilag C: Koder anvendt i beskrivelse af beregningsmetoden

kode	Enhed	Forklaring	Oprindelse
AET	antal	etager	BBR
BBA	m2	bebygget areal	BBR
BOA	m2	boligareal	BBR
TAA	m2	udnyttet tagetage	BBR
KAA	m2	samlet kælderareal	BBR
TA	m2	tagareal	beregnet
GA	m2	gulvareal	beregnet
BB	m	bygningbredde	vurderet
BL	m	bygninglængde	beregnet
EH	m	etagehøjde	vurderet
VOL	m3	volumen	beregnet
VA	m2	vægareal	beregnet
BB_T	m	tagetagebredde	beregnet
BL_T	m	tagetage længde	vurderet
VOL_T	m3	tagetage volumen	beregnet
VA_T	m2	tagetage vægareal	beregnet
BB_K	m	tagetage bredde	beregnet
BL_K	m	kælderetage længde	vurderet
VOL_K	m3	kælderetage volumen	beregnet
VA_K	m2	kælderetage vægareal	beregnet
SUM_VA	m2	total vægareal	beregnet
SUM_VOL	m3	total volumen	beregnet
OMB	%	ombygning procent nyt	vurderet
VIN	%	vinduesprocent normale etager	vurderet
VINT	%	vinduesprocent tagetage	vurderet
VIN_AR	m2	vinduesareal for bygning	beregnet
VA_BYG	m2	restvægareal for bygning	beregnet
U_ydervæg	W/m2K	ydervæg U-værdi	vurderet
U_kældervæg	W/m2K	kældervæg U-værdi	vurderet
U_gulv	W/m2K	gulv U-værdi	vurderet
U_tag	W/m2K	tag U_værdi	vurderet
U_vinduer	W/m2K	vinduer U_værdi	vurderet
LS	1/h	luftskifte	vurderet
TIL	kWh/m2	udnyttet tilskudsvarme	vurderet
GTT	Ch	gradtimetall	vurderet
EX	kWh/år	energiforbrug for bygningen	beregnet
GRØ	faktor	øvre grænse	vurderet
GRN	faktor	nedre grænse	vurderet
EXØ	kWh/år	25 % øvre grænse	beregnet
EXN	kWh/år	25 % nedre grænse	beregnet
TRANS	W/C	transmissionstab	beregnet
VENT	W/C	ventilationstab	beregnet

Bilag D: Auto-beregning af DTU-eksempel - Enfamiliehuse

	hus 6 1962		hus 1 1929		hus 7 1973		hus 5 1961		hus 2 1950	
BBR	enfamiliehus		enfamiliehus		enfamiliehus		enfamiliehus		enfamiliehus	
bygningstype	1		1		1		1		1	
bygning	77		93		133		84		93	
bygningens areal	130		161		133		84		93	
etager	1		1		1		1		1	
tagetage areal	53		66		0		0		0	
kælderareal	0		86		0		36		27	
ydervæk material	letbeton		tung		letbeton		mursten		mursten	
etagehøjde fast	2,5 m		2,5		2,5		2,5		2,5	
længde	9 m		9		9		9		9	
bredde	8,56 m		10,33		14,78		9,33		10,33	
loftlængde	9,00		9,00		9,00		9,00		9,00	
loftbredde	5,89 m		7,33		0,00		0,00		0,00	
kælderlængde	9,00		9,00		9,00		9,00		9,00	
kælderbredde	0,00		9,56		0,00		4,00		3,00	
etager	1,69		2,63		1,00		1,43		1,29	
areal tag	77		93		133		84		93	
areal gulv	77		93		133		84		93	
areal væg+vinduer grund	87,8		96,7		118,9		91,7		96,7	
areal væg+vinduer loft	74,4		81,7		0,0		0,0		0,0	
total	162,2		178,3		118,9		91,7		96,7	
areal væg+vinduer kælder	0		93		0		65		60	
Volumen grund	192,5		232,5		332,5		210		232,5	
volumen tagetage	132,5		165		0		0		0	
volumen kælder	0		215		0		90		67,5	
total vol	325 m3		612,5		332,5		300		300	
vinduer grund	0,15		0,15		0,15		0,15		0,15	
vinduer loft	0,1		0,1		0,1		0,1		0,1	
vinduesareal	20,61 m2		22,67		17,83		13,75		14,50	
rest væg	141,61 m2		155,67		101,06		77,92		82,17	
væg U-værdi	1,1		1,2		1		1,1		1,5	
kælderyder U	0,6		0,6		0,6		0,6		0,6	
tag	0,4		0,97		0,45		0,4		0,97	
gulv	0,4		1		0,45		0,4		1	
vinduer	2,9		3,7		X 2,9		X 2,9		X 2,9	
luftskifte	0,5		0,5		0,5		0,5		0,5	
UA væg	155,8		186,8		101,1		85,7		123,3	
UA kælder	0,0		70% 39,0		0,0		27,3		25,2	
UA tag	30,8		90,2		59,9		33,6		90,2	
UA gulv	21,6		70% 65,1		41,9		23,5		65,1	
UA vinduer	59,8		83,9		51,7		39,9		42,1	
	267,9		464,9		254,5		210,0		345,8	
gradtimer	86400		86400		86400		86400		86400	
transmission	23147		40171		21990		18144		29878	
ventilation	4774		8996		4884		4406		4406	
tilskud 55kWh/m2	7150		8855		7315		4620		5115	
Forbrug	20771		40313		19559		17931		29169	
beregnet 20 C	27000		57000		17900		19100		28000	
beregnet 20 C 0.5 luftskifte	23300		49000		14800		16500		25300	
	hus 6 1962		hus 1 1929		hus 7 1973		hus 5 1961		hus 2 1950	
øvre del	22848		0,1 44344		0,1 21515		0,1 19724		0,1 32086	
nedre del	16616		0,2 28219		0,3 14669		0,25 14345		0,2 20419	

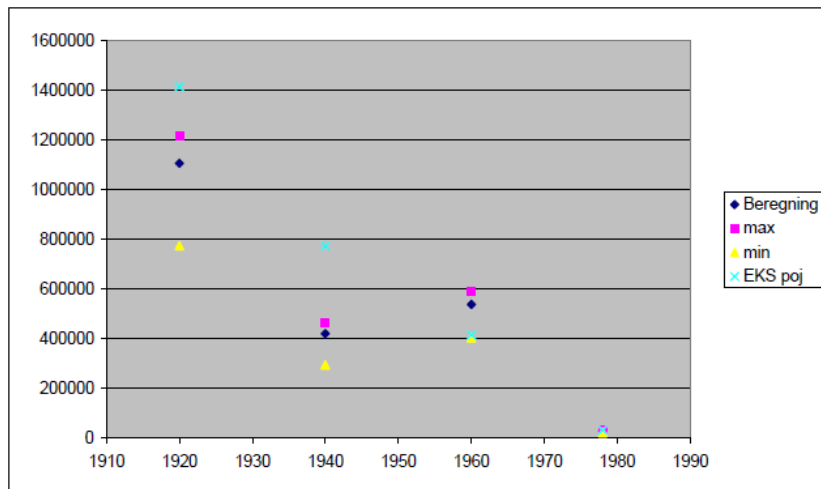
hus 6	hus 1	hus 7	hus 5	hus 2
20771	40313	19559	17931	29169
23300	49000	14800	16500	25300
22848	44344	21515	19724	32086
16616	28219	14669	14345	20419
1962	1929	1973	1961	1950



Bilag E: Auto-beregning af DTU-eksempel - Etageboliger

	hus 1		hus 2		hus 3		hus 4	
	1920		1940		1960		1980	
BBR	struenseegade byg 1		bispeparken byg 7		hedeparken byg 5		Tinggården	
bygningstype	etagebolig		etagebolig		etagebolig		etagebolig	
bygning	1		1		1		1	
bygningsareal	1722	8610	625		1458		183	
samlet boligareal	8853		3127		5332		332	
erhverv	434							
etager	5		5		4		1	
tagetage areal	811		495		0		149	
kælderareal	1722		0		1458		0	
ydervæk material	mur tung		mur		mursten		mursten	
etagehøjde fast	2,5 m		2,5		2,5		2,5	
bredde	11 m		11		11		11	
længde	156,55 m		56,82		132,55		16,64	
bredde	9,00		9,00		9,00		9,00	
længde	90,11 m		55,00		0,00		16,56	
kælderlængde	9,00		9,00		9,00		9,00	
kælderbredde	191,33		0,00		162,00		0,00	
etager	6,47		5,79		5,00		1,81	
areal tag	1722		625		1458		183	
areal gulv	1722		625		1458		183	
areal væg+vinduer grund	4188,6		1695,5		2870,9		138,2	
areal væg+vinduer loft	495,6		320,0		0,0		127,8	
total	4684,2		2015,5		2870,9		266,0	
areal væg+vinduer kælder	1002		0		855		0	
Volumen grund	21525		7812,5		14580		457,5	
volumen tagetage	2027,5		1237,5		0		372,5	
volumen kælder	4305		0		3645		0	
total vol	27857,5 m3		9050		18225		830	
vinduer grund	0,15		0,15		0,15		0,15	
vinduer loft	0,1		0,1		0,1		0,1	
vinduesareal	678 m2		286,32		430,64		33,51	
rest væg	4006 m2		1729,14		2440,27		232,45	
væg U-værdi	1,5		1,5		1,1		0,6	
kælderyder U	0,6		0,6		0,6		0,4	
tag	0,97		0,97		0,4		0,45	
gulv	1		1		0,4		0,45	
vinduer	3,7		3,7		X 2,9	X	2,9	X
luftskifte	0,7		0,7		0,7		0,5	
UA væg	6009,5		2593,7		2684,3		139,5	
UA kælder	420,7	70%	0,0		359,1		0,0	
UA tag	1670,3		606,3		583,2		82,4	
UA gulv	1205,4	70%	437,5		408,2		57,6	
UA vinduer	2508,0		1059,4		1248,8		97,2	
	11814,0		4696,8		5283,7		376,6	
gradtimer	86400		86400		86400		86400	
transmission	1020730		405806		456510		32541	
ventilation	572839		186097		374764		12191	
tilskud 55kWh/m2	486915		171985		293260		18260	
Forbrug	1106654		419918		538015		26472	
beregnet 20 C	1416173		773394		414815		32004	
	hus 1		hus 2		hus 3		hus 5	
	1920		1929		1960		1978	
øvre del	1217319	0,1	461910	0,1	591816	0,1	29119	0,1
nedre del	774658	0,3	293943	0,3	403511	0,25	21178	0,2

hus 1	hus 2	hus 3	hus 5
1106654	419918	538015	26472
1416173	773394	414815	32004
1217319	461910	591816	29119
774658	293943	403511	21178
1920	1940	1960	1978



struense	310	2	292	8	295,6
	193	2	177	8	180,2
	194	2	179	8	182
	172	2	157	8	160
	239	2	203	8	210,2
80%	1416173				205,6
hedeparken	160	2	138	16	140,4
	106	2	85	16	87,3
	106	2	85	16	87,3
	149	2	127	16	129,4
	414815				111,14
bispeparken	485	2	400	8	417
	330	2	263	8	276,4
	330	2	263	8	276,4
	310	2	243	8	256,4
	378	2	305	8	319,6
	773395				309,16
Tinggården	118				
	120				
	129				
	115				
	120,5				
	32004,8				120,5

Bilag F. Gældende BBR klassifikation af bygningens anvendelse

Bygninger til helårsbeboelse.

- 110 Stuehus til landbrugsejendom.
- 120 Fritliggende enfamilieshus (parcelhus).
- 130 Række-, kæde-, eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne).
- 140 Etageboligbebyggelse (flerfamiliehus, herunder to-familiehus (vandret adskillelse mellem enhederne)).
- 150 Kollegium.
- 160 Døgninstitution (plejehjem, alderdomshjem, børne- eller ungdomshjem).
- 190 Anden bygning til helårsbeboelse.

Produktions- og lagerbygninger i forbindelse med landbrug, industri, håndværk, offentlige værker o. lign.

- 210 Bygning til erhvervsmæssig produktion vedrørende landbrug, gartneri, råstofudvinding o. lign.
- 220 Bygning til erhvervsmæssig produktion vedrørende industri, håndværk m.v. (fabrik, værksted o. lign.).
- 230 El-, gas-, vand- eller varmeværk, forbrændingsanstalt m.v.
- 290 Anden bygning til landbrug, industri etc.

Bygninger til handel, transport, kontor, liberale erhverv, servicevirksomhed o. lign.

- 310 Transport- og garageanlæg (fragtmandshal, lufthavnsbygning, bane-gårdsbygning, parkeringshus). Garage med plads til et eller to køretøjer registreres med anvendelseskode 910.
- 320 Bygning til kontor, handel, lager, herunder offentlig administration.
- 330 Bygning til hotel, restaurant, vaskeri, frisør og anden servicevirksomhed.
- 390 Anden bygning til transport, handel etc.

Bygninger til kulturelle formål samt institutioner.

- 410 Bygning til biograf, teater, erhvervsmæssig udstilling, bibliotek, museum, kirke o. lign.
- 420 Bygning til undervisning og forskning (skole, gymnasium, forskningslaboratorium o. lign.).
- 430 Bygning til hospital, sygehjem, fødeklinik o. lign.
- 440 Bygning til daginstitution.
- 490 Bygning til anden institution, herunder kaserne, fængsel o. lign.

Bygninger til fritidsformål.

- 510 Sommerhus.
- 520 Bygning til ferieformål m.v., bortset fra sommerhus (feriekoloni, vandrehjem o. lign.).
- 530 Bygning i forbindelse med idrætsudøvelse (klubhus, idrætshal, svømmehal o. lign.).
- 540 Kolonihavehus.
- 590 Anden bygning til fritidsformål.

Mindre bygninger til garageformål, opbevaring m.v.

- 910 Garage med plads til et eller to køretøjer.
- 920 Carport.
- 930 Udhus.

Bilag G. 2009-forslag til revision af BBR vedr. bygningers funktion

Helårsbeboelse:

110-140 Helårsbeboelse
150 Kollegievirksomhed
160 Døgninstitution

Landbrug, industri, håndværk, værker ol:

210 Landbrug, gartneri og råstofudvinding
220 Industri og håndværk
ekskl. 370
230 Forsyning af el, gas, vand, varme ol.

Handel, transport, kontor, liberalt erhverv:

310a Jernbane- og busdrift
310b Luftfart
310c Parkeringsformål ekskl. 910
320a Offentlig administration og service
320b Privat kontorerhverv
320c Lager
320d Detailhandel
330a Privat servicevirksomhed,
330b Hotel, restaurant virksomhed og lignende
390 Blandede centerfunktioner

Kulturelle formål og institutioner:

410a Bibliotek
410b Teater, udstilling, aktiviteter knyttet til udøvelse af religion.
420 Uddannelse og forskning
430 Patientbehandling og sundhedsformål
440 Daginstitution
490 Frihedsberøvelse, militær ol.

Fritidsformål:

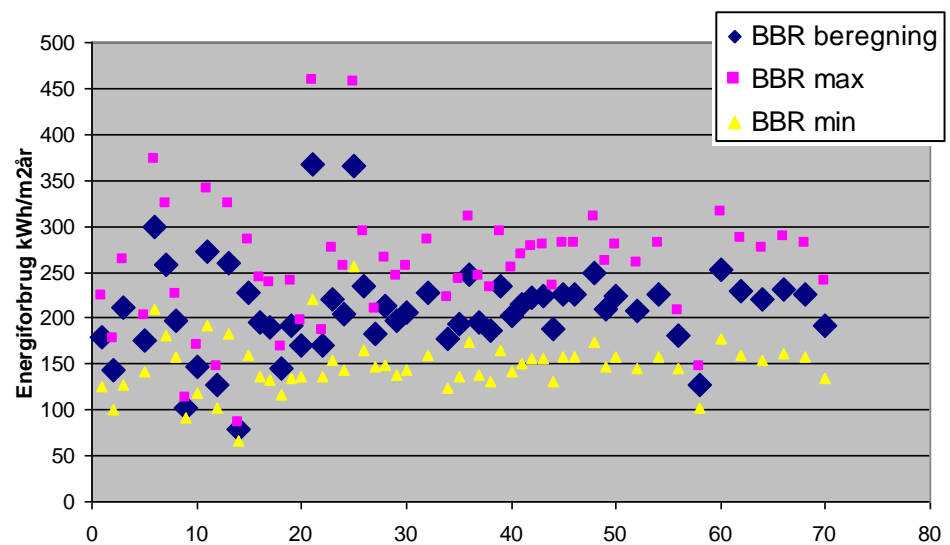
510 Sommerbeboelse
520 Ferieformål ekskl. 510
530 Sport og idrætsudøvelse
540 Kolonihave formål
550 Kollektive støttefunktioner til helårsbeboelse

Opbevaring og garageformål:

910-930 Opbevaring og garageformål

Bilag H: Auto-beregning for Viborgvej – Enfamiliehuse

På de næste sider er vist regnearkresultatet af den automatiske energirammeberegning på baggrund af informationer fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) for de 56 enfamiliehuse (BBR-kode: 120 Enfamiliehuse) på Viborgvej i Helsingør. Men først vises hovedresultat i figur H1.



Figur H1. Enfamiliehuse på Viborgvej i Helsingør, hvor alle 56 bygninger på vejen er vist i den rækkefølge de er vist i efterfølgende regneark.

BBR	1954	1959	1930	1962	1943	1941	1964	2008
bygningstype	enfa	enfa	enfamiliehu	enfa		enfamiliehus		
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	114	98	90	97	68	84	98	105
samlet boligareal	114	98	135	97	123	84	98	177
etager	1	1	1	1	1	1	1	2
tagetage areal			45		55	0		
kælderareal	82	98	90	32	0	49	0	0
ydervæk material	letbeton	mursten	letbeton	mursten	mursten	letbeton	mursten	mursten
		udestue 16						
tilbyg		2004	1960					
opvarmet areal	196,0	196,0	225,0	129,0	123,0	133,0	98,0	177,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	14,3	12,3	11,3	12,1	8,5	10,5	12,3	13,1
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	0,0	0,0	5,0	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	9	11	10	4	0	5	0	0
etager	1,7	2,0	2,5	1,3	1,8	1,6	1,0	2,0
areal tag	114	98	90	97	68	84	98	105
areal gulv	114	98	90	97	68	84	98	105
areal væg+vinduer grund	124,6	113,4	107,8	112,7	92,4	103,6	113,4	236,6
areal væg+vinduer loft	0,0	0,0	78,4	0,0	84,6	0,0	0,0	0,0
total	125	113	186	113	177	104	113	237
areal væg kælder	101,4	111,4	106,4	70,3	0,0	80,9	0,0	0,0
Volumen grund	319	274	252	272	190	235	274	588
volumen tagetage	0	0	126	0	154	0	0	0
volumen kælder	229,6	274,4	252	89,6	0	137,2	0	0
total vol	548,8	548,8	630	361,2	344,4	372,4	274,4	588
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,22
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	18,69	17,01	24,01	16,905	22,32222	15,54	17,01	52,052
rest væg	105,91	96,39	162,19	95,795	154,7	88,06	96,39	184,548
	51			61	31	31	61	6
væg U-værdi	1,5	1,20	1,275	1,1	1,5	1,5	1,1	0,4
kælderyder U	0,6	0,53	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3
tag	0,6	0,49	0,8758065	0,4	0,97	0,97	0,4	0,25
gulv	0,55	0,46	1,5625	0,4	1,3	1,3	0,4	0,3
vinduer	2,9	2,63	3,5	2,9	2,9	2,9	2,9	2
luftskifte	0,45	0,425	0,45	0,4	0,45	0,45	0,4	0,35
øvre	1,25	1,25	1,25	1,15	1,25	1,25	1,15	1,1
nedre	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9
UA væg	158,9	115,7	206,8	105,4	232,1	132,1	106,0	73,8
UA kælder	42,6	40,9	44,7	29,5	0,0	34,0	0,0	0,0
UA tag	68,4	47,8	78,8	38,8	66,0	81,5	39,2	26,3
UA gulv	43,9	31,7	98,4	27,2	61,9	76,4	27,4	22,1
UA vinduer	54,2	44,7	84,0	49,0	64,7	45,1	49,3	104,1
	368,0	280,8	512,8	249,9	424,6	369,0	222,0	226,2
transmission	31791	24257	44304	21590	36688	31886	19181	19546
ventilation	7255	6852	8328	4244	4553	4923	3224	6046
tilskud 55kWh/m2 boligareal	6270	5390	7425	5335	6765	4620	5390	9735
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	35017	27960	47448	22741	36716	34430	19256	18097
øvre	43771	34950	59310	26152	45895	43037	22144	19907
nedre	24512	19572	28469	18193	25701	24101	15405	16288
kwh/m2 boligareal	307	285	351	234	299	410	196	102

BBR	1962	1943	1972	1945	1990	1932	1958	1954
bygningstype								
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	97	111	169	76	120	72	99	107
samlet boligareal	97	111	239	110	161	72	89	116
etager	1	1	1	1	1	1	1	1
tagetage areal				34				
kælderareal	72	37	85	52	57	72	80	49
ydervæk material	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	letbeton
			kælder lovlige		kælder lovlige		10 m2 erhverv	
tilbyg	1967							
opvarmet areal	169,0	148,0	239,0	162,0	161,0	144,0	169,0	165,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	12,1	13,9	21,1	9,5	15,0	9,0	12,4	13,4
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	8	4	9	6	6	8	9	5
etager	1,7	1,3	1,5	2,1	1,5	2,0	1,8	1,5
areal tag	97	111	169	76	120	72	99	107
areal gulv	97	111	169	76	120	72	99	107
areal væg+vinduer grund	112,7	122,5	163,1	98,0	128,8	95,2	114,1	119,7
areal væg+vinduer loft	0,0	0,0	0,0	71,6	0,0	0,0	0,0	0,0
total	113	123	163	170	129	95	114	120
areal væg kælder	95,2	73,4	103,3	82,8	85,9	95,2	100,2	80,9
Volumen grund	272	311	473	213	336	202	277	300
volumen tagetage	0	0	0	95,2	0	0	0	0
volumen kælder	201,6	103,6	238	145,6	159,6	201,6	224	137,2
total vol	473,2	414,4	711,2	453,6	495,6	403,2	501,2	436,8
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	16,905	18,375	24,465	21,85556	19,32	14,28	17,115	17,955
rest væg	95,795	104,125	138,635	147,7	109,48	80,92	96,985	101,745
	61	31	61	31	79	31	51	51
væg U-værdi	1,1	1,5	1,1	1,5	0,4	1,5	1,5	1,5
kælderyder U	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6
tag	0,4	0,97	0,4	0,97	0,2	0,97	0,6	0,6
gulv	0,4	1,3	0,4	1,3	0,2	1,3	0,55	0,55
vinduer	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,4	0,45	0,4	0,45	0,35	0,45	0,45	0,45
øvre	1,15	1,25	1,15	1,25	1,1	1,25	1,25	1,25
nedre	0,8	0,7	0,8	0,7	0,85	0,7	0,7	0,7
UA væg	105,4	156,2	152,5	221,6	43,8	121,4	145,5	152,6
UA kælder	40,0	30,8	43,4	34,8	24,0	40,0	42,1	34,0
UA tag	38,8	107,7	67,6	73,7	24,0	69,8	59,4	64,2
UA gulv	27,2	101,0	47,3	69,2	16,8	65,5	38,1	41,2
UA vinduer	49,0	53,3	70,9	63,4	56,0	41,4	49,6	52,1
	260,3	449,0	381,7	462,6	164,7	338,1	334,7	344,1
transmission	22494	38793	32983	39966	14227	29215	28918	29726
ventilation	5560	5478	8357	5996	5096	5330	6625	5774
tilskud 55kWh/m2 boligareal	5335	6105	13145	6050	8855	3960	4895	6380
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	24960	40407	30436	42153	12708	32826	32890	31362
øvre	28704	50509	35001	52691	13979	41032	41112	39202
nedre	19968	28285	24349	29507	10802	22978	23023	21953
kwh/m2 boligareal	257	364	127	383	79	456	370	270

BBR	1961	1954	1962	1930	1973	1941	1931	1946
bygningstype								
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	91	119	87	91	117	92	90	75
samlet boligareal	182	97	151	91	179	152	115	75
etager	2	1	2	1	1	1	1	1
tagetage areal					74	60	0	0
kælderareal	50	65	50	0	0	70	56	0
ydervæk material	mursten	letbeton	mursten	mursten	letbeton	mursten	mursten	mursten
tilbyg		1984						
opvarmet areal	232,0	162,0	201,0	91,0	179,0	222,0	171,0	75,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	11,4	14,9	10,9	11,4	14,6	11,5	11,3	9,4
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	6,7	0,0	0,0
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	6	7	6	0	0	8	6	0
etager	2,5	1,5	2,6	1,0	1,6	2,4	1,6	1,0
areal tag	91	119	87	91	117	92	90	75
areal gulv	91	119	87	91	117	92	90	75
areal væg+vinduer grund	217,0	128,1	211,4	108,5	126,7	109,2	107,8	97,3
areal væg+vinduer loft	0,0	0,0	0,0	0,0	96,4	87,7	0,0	0,0
total	217	128	211	109	223	197	108	97
areal væg kælder	81,5	90,8	81,5	0,0	0,0	94,0	85,2	0,0
Volumen grund	510	333	487	255	328	258	252	210
volumen tagetage	0	0	0	0	207,2	168	0	0
volumen kælder	140	182	140	0	0	196	156,8	0
total vol	649,6	515,2	627,2	254,8	534,8	621,6	408,8	210
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	32,55	19,215	31,71	16,275	28,64944	25,15333	16,17	14,595
rest væg	184,45	108,885	179,69	92,225	194,495	171,78	91,63	82,705
	61		61	30	73	31	31	31
væg U-værdi	1,1	1,23	1,1	1,2	1	1,5	1,5	1,5
kælderyder U	0,6	0,55	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6
tag	0,4	0,50	0,4	0,97	0,45	0,97	0,97	0,97
gulv	0,4	0,46	0,4	1,9	0,45	1,3	1,3	1,3
vinduer	2,9	2,90	2,9	3,7	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,4	0,425	0,4	0,45	0,4	0,45	0,45	0,45
øvre	1,15	1,25	1,15	1,25	1,1	1,25	1,25	1,25
nedre	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7
UA væg	202,9	133,4	197,7	110,7	194,5	257,7	137,4	124,1
UA kælder	34,2	35,0	34,2	0,0	0,0	39,5	35,8	0,0
UA tag	36,4	59,5	34,8	88,3	52,7	89,2	87,3	72,8
UA gulv	25,5	38,5	24,4	121,0	36,9	83,7	81,9	68,3
UA vinduer	94,4	55,7	92,0	60,2	83,1	72,9	46,9	42,3
	393,4	322,1	383,0	380,2	367,1	543,0	389,3	307,4
transmission	33990	27830	33092	32848	31716	46918	33639	26558
ventilation	7633	6432	7370	3368	6284	8217	5404	2776
tilskud 55kWh/m2 boligareal	10010	5335	8305	5005	9845	8360	6325	4125
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	33854	31168	34398	33452	30396	49016	34959	27450
øvre	38932	38960	39558	41816	33436	61270	43699	34312
nedre	27083	21818	27519	20071	24317	34311	24471	19215
kwh/m2 boligareal	186	321	228	368	170	322	304	366

BBR	1932	1972	1959	1954	1954	1957	1954	1955
bygningstype				enfamiliehus				
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	66	110	79	69	106	122	72	58
samlet boligareal	66	154	79	121	106	122	113	93
etager	1	1	1	1	1	1	1	1
tagetage areal		44	0	52	0	0	41	35
kælderareal	66	0	48	69	48	0	66	56
ydervæk material	mursten	beton	mursten	mursten	letbeton	letbeton	mursten	letbeton
tilbyg		1977				1967	1986	1983
opvarmet areal	132,0	154,0	127,0	190,0	154,0	122,0	179,0	149,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	8,3	13,8	9,9	8,6	13,3	15,3	9,0	7,3
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	0,0	4,9	0,0	5,8	0,0	0,0	4,6	3,9
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	7	0	5	8	5	0	7	6
etager	2,0	1,4	1,6	2,8	1,5	1,0	2,5	2,6
areal tag	66	110	79	69	106	122	72	58
areal gulv	66	110	79	69	106	122	72	58
areal væg+vinduer grund	91,0	121,8	100,1	93,1	119,0	130,2	95,2	85,4
areal væg+vinduer loft	0,0	77,8	0,0	82,8	0,0	0,0	75,9	72,2
total	91	200	100	176	119	130	171	158
areal væg kælder	91,5	0,0	80,3	93,3	80,3	0,0	91,5	85,2
Volumen grund	185	308	221	193	297	342	202	162
volumen tagetage	0	123,2	0	145,6	0	0	114,8	98
volumen kælder	184,8	0	134,4	193,2	134,4	0	184,8	156,8
total vol	369,6	431,2	355,6	532	431,2	341,6	501,2	417,2
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	13,65	26,04778	15,015	22,24056	17,85	19,53	21,87111	20,02778
rest væg	77,35	173,53	85,085	153,615	101,15	110,67	149,24	137,55
	31		51	51	51			
væg U-værdi	1,5	1,075	1,5	1,5	1,5	1,4	1,225	1,225
kælderyder U	0,6	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55
tag	0,97	0,4125	0,6	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5
gulv	1,3	0,4125	0,55	0,55	0,55	0,5125	0,4625	0,4625
vinduer	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,45	0,4	0,45	0,45	0,45	0,4375	0,425	0,425
øvre	1,25	1,15	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
UA væg	116,0	186,5	127,6	230,4	151,7	154,9	182,8	168,5
UA kælder	38,4	0,0	33,7	39,2	33,7	0,0	35,2	32,8
UA tag	64,0	45,4	47,4	41,4	63,6	67,1	36,0	29,0
UA gulv	60,1	31,8	30,4	26,6	40,8	43,8	23,3	18,8
UA vinduer	39,6	75,5	43,5	64,5	51,8	56,6	63,4	58,1
	318,1	339,2	282,7	402,1	341,6	322,4	340,8	307,2
transmission	27484	29309	24425	34740	29515	27859	29443	26540
ventilation	4886	5067	4701	7033	5700	4390	6257	5209
tilskud 55kWh/m2 boligareal	3630	8470	4345	6655	5830	6710	6215	5115
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	30981	28146	27022	37359	31626	27780	31726	28875
øvre	38726	32368	33777	46698	39533	34725	39657	36093
nedre	21687	22517	18915	26151	22138	19446	22208	20212
kwh/m2 boligareal	469	183	342	309	298	228	281	310

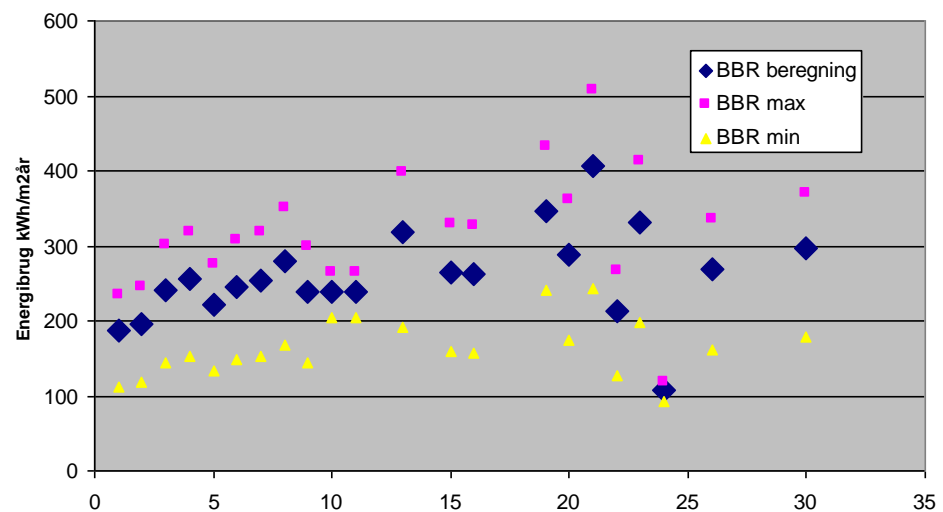
BBR	1946	1950	1946	1947	1950	1951	1954	1959
bygningstype	enfamiliehus					enfamiliehus		
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	94	70	110	88	112	88	82	156
samlet boligareal	120	110	160	140	149	88	110	156
etager	1	1	1	1	1	1	1	1
tagetage areal	62	40	50		54	0	34	52
kælderareal	94	70	110	55	78	88	62	50
ydeværk material	letbeton	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	letbeton	mursten
tilbyg		2009	1964	lovlig kælder		1980		1986
opvarmet areal	214,0	180,0	270,0	140,0	227,0	176,0	172,0	206,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	11,8	8,8	13,8	11,0	14,0	11,0	10,3	19,5
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	6,9	4,4	5,6	0,0	6,0	0,0	3,8	5,8
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	10	8	12	6	9	10	7	6
etager	2,7	2,6	2,5	1,6	2,2	2,0	2,2	1,7
areal tag	94	70	110	88	112	88	82	156
areal gulv	94	70	110	88	112	88	82	156
areal væg+vinduer grund	110,6	93,8	121,8	106,4	123,2	106,4	102,2	154,0
areal væg+vinduer loft	89,0	75,3	81,5	0,0	84,0	0,0	71,6	82,8
total	200	169	203	106	207	106	174	237
areal væg kælder	108,9	94,0	118,8	84,6	98,9	105,2	89,0	81,5
Volumen grund	263	196	308	246	314	246	230	437
volumen tagetage	173,6	112	140	0	151,2	0	95,2	145,6
volumen kælder	263,2	196	308	154	218,4	246,4	173,6	140
total vol	700	504	756	400,4	683,2	492,8	498,4	722,4
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	25,487778	21,59889	26,421111	15,96	26,88	15,96	22,48556	31,37556
rest væg	174,09	147,49	176,89	90,44	180,32	90,44	151,27	205,38
	31			31		31	51	
væg U-værdi	1,5	1,225	1,4	1,5	1,225	1,5	1,5	1,225
kælderyder U	0,6	0,525	0,6	0,6	0,55	0,6	0,6	0,55
tag	0,97	0,788306	0,8258065	0,97	0,775806	0,97	0,6	0,5
gulv	1,3	1,05	1,075	1,3	1,025	1,3	0,55	0,4625
vinduer	2,9	2,675	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,45	0,425	0,4375	0,45	0,425	0,45	0,45	0,425
øvre	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
UA væg	261,1	180,7	247,6	135,7	220,9	135,7	226,9	251,6
UA kælder	45,7	34,5	49,9	35,5	38,1	44,2	37,4	31,4
UA tag	91,2	55,2	90,8	85,4	86,9	85,4	49,2	78,0
UA gulv	85,5	51,5	82,8	80,1	80,4	80,1	31,6	50,5
UA vinduer	73,9	57,8	76,6	46,3	78,0	46,3	65,2	91,0
	557,5	379,6	547,8	382,9	504,2	391,5	410,3	502,5
transmission	48168	32799	47330	33085	43561	33830	35446	43413
ventilation	9253	6292	9716	5293	8530	6514	6588	9019
tilskud 55kWh/m2 boligareal	6600	6050	8800	7700	8195	4840	6050	8580
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	53063	35282	50487	32919	46137	37745	38225	46093
øvre	66328	44102	63108	41148	57671	47182	47782	57616
nedre	37144	24697	35341	23043	32296	26422	26758	32265
kwh/m2 boligareal	442	321	316	235	310	429	348	295

BBR	1954	1949	1948	1946	1943	1952	1952	1948
bygningstype								
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	74	70	92	66	82	86	96	75
samlet boligareal	74	120	119	96	144	108	146	75
etager	1	1	1	1	1	1	1	1
tagetage areal	0	50	47	30	62	37	50	0
kælderareal	74	70	85	66	82	71	50	75
ydervæk material	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	letbeton	letbeton
tilbyg			1965					
opvarmet areal	148,0	190,0	204,0	162,0	226,0	179,0	196,0	150,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	9,3	8,8	11,5	8,3	10,3	10,8	12,0	9,4
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	0,0	5,6	5,2	3,3	6,9	4,1	5,6	0,0
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	8	8	9	7	9	8	6	8
etager	2,0	2,7	2,4	2,5	2,8	2,3	2,0	2,0
areal tag	74	70	92	66	82	86	96	75
areal gulv	74	70	92	66	82	86	96	75
areal væg+vinduer grund	96,6	93,8	109,2	91,0	102,2	105,0	112	97,3
areal væg+vinduer loft	0,0	81,5	79,6	69,1	89,0	73,4	81,5	0,0
total	97	175	189	160	191	178	194	97
areal væg kælder	96,4	94,0	103,3	91,5	101,4	94,6	81,5	97,1
Volumen grund	207	196	258	185	230	241	269	210
volumen tagetage	0	140	131,6	84	173,6	103,6	140	0
volumen kælder	207,2	196	238	184,8	229,6	198,8	140	210
total vol	414,4	532	627,2	453,6	632,8	543,2	548,8	420
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	14,49	22,22111	24,344444	20,55667	24,227778	23,1	25,0	14,6
rest væg	82,11	153,09	164,5	139,51	166,95	155,3	168,6	82,7
	51	31		31	31	51	51	31
væg U-værdi	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
kælderyder U	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
tag	0,6	0,97	0,8258065	0,97	0,97	0,6	0,6	0,97
gulv	0,55	1,3	1,075	1,3	1,3	0,55	0,55	1,3
vinduer	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,45	0,45	0,4375	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
øvre	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
UA væg	123,2	229,6	230,3	209,3	250,4	233,0	252,8	124,1
UA kælder	40,5	39,5	43,4	38,4	42,6	39,7	34,2	40,8
UA tag	44,4	67,9	76,0	64,0	79,5	51,6	57,6	72,8
UA gulv	28,5	63,7	69,2	60,1	74,6	33,1	37,0	68,3
UA vinduer	42,0	64,4	70,6	59,6	70,3	67,0	72,4	42,3
	278,6	465,1	489,5	431,4	517,4	424,4	454,0	348,2
transmission	24070	40188	42291	37271	44707	36668	39225	30080
ventilation	5478	7033	8061	5996	8365	7181	7255	5552
tilskud 55kWh/m2 boligareal	4070	6600	6545	5280	7920	5940	8030	4125
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	27719	42861	46048	40228	47393	40149	40691	33748
øvre	34648	53577	57560	50285	59241	50187	50863	42185
nedre	19403	30003	32234	28160	33175	28105	28483	23624
kwh/m2 boligareal	375	357	387	419	329	372	279	450

BBR	1963	1964	1957	1956	1953	1946	1947	1956
bygningstype						enfamiliehus		
bygning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
bygningsareal	83	116	111	73	71	85	70	141
samlet boligareal	141	116	125	91	81	114	120	141
etager	1	1	1	1	1	1	1	1
tagetage areal	58	0	30	0	0	29	50	0
kælderareal	0	116	42	32	41	85	70	58
	18 lovlig ka 10 lovlig kælder							
ydeværk material	mursten	letbeton	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	letbeton
	garage i kælder							
tilbyg	1977		1959					
opvarmet areal	141,0	232,0	167,0	105,0	112,0	199,0	190,0	199,0
etagehøjde fast	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
længde	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
bredde	10,4	14,5	13,9	9,1	8,9	10,6	8,8	17,6
loftlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
loftbredde	6,4	0,0	3,3	0,0	0,0	3,2	5,6	0
kælderlængde	9	9	9	9	9	9	9	9
kælderbredde	0	13	5	4	5	9	8	6
etager	1,7	2,0	1,6	1,4	1,6	2,3	2,7	1,4
areal tag	83	116	111	73	71	85	70	141
areal gulv	83	116	111	73	71	85	70	141
areal væg+vinduer grund	102,9	126	122,5	95,9	94,5	104,3	93,8	143,5
areal væg+vinduer loft	86,5	0,0	69,1	0,0	0,0	68,4	81,5	0
total	189	126	192	96	95	173	175	144
areal væg kælder	0,0	122,6	76,5	70,3	75,9	103,3	94,0	86,5
Volumen grund	232	325	311	204	199	238	196	395
volumen tagetage	162,4	0	84	0	0	81,2	140	0
volumen kælder	0	324,8	117,6	89,6	114,8	238	196	162,4
total vol	394,8	649,6	512,4	294	313,6	557,2	532	557,2
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	24,1	18,9	25,3	14,4	14,2	22,5	22,2	21,5
rest væg	165,3	107,1	166,3	81,5	80,3	150,3	153,1	122,0
		61		51	51	31	31	51
væg U-værdi	1,075	1,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
kælderyder U	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
tag	0,4125	0,4	0,6	0,6	0,6	0,97	0,97	0,6
gulv	0,4125	0,4	0,55	0,55	0,55	1,3	1,3	0,55
vinduer	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
luftskifte	0,4	0,4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
øvre	1,15	1,15	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
UA væg	177,7	117,8	249,4	122,3	120,5	225,4	229,6	183,0
UA kælder	0,0	51,5	32,1	29,5	31,9	43,4	39,5	36,3
UA tag	34,2	46,4	66,6	43,8	42,6	82,5	67,9	84,6
UA gulv	24,0	32,5	42,7	28,1	27,3	77,4	63,7	54,3
UA vinduer	69,8	54,8	73,3	41,7	41,1	65,2	64,4	62,4
	305,7	303,0	464,2	265,4	263,4	493,8	465,1	420,6
transmission	26417	26178	40109	22933	22759	42663	40188	36339
ventilation	4639	7633	6774	3886	4146	7366	7033	7366
tilskud 55kWh/m2 boligareal	7755	6380	6875	5005	4455	6270	6600	7755
Varmt vand	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241	2241
Forbrug	25542	29672	42248	24055	24690	46000	42861	38191
øvre	29373	34123	52811	30069	30863	57500	53577	47739
nedre	20433	23737	29574	16839	17283	32200	30003	26734
kwh/m2 boligareal	181	256	338	264	305	404	357	271

Bilag I: Auto-beregning for Gl. Banegårdsvej – Flerfamiliehuse

På de næste sider er vist regnearksresultatet af den automatiske energirammeberegning på baggrund af informationer fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) for de 22 flerfamiliehuse (BBR-kode: 130 Række-, kæde- og dobbelthuse samt 130 Etagehuse) på Gl. Banegårdsvej i Helsingør. Men først vises hovedresultat i figur I1.



Figur I1. Flerfamiliehuse på Gl. Banegårdsvej i Helsingør, hvor de 22 aktuelle bygninger på vejen er vist i den rækkefølge de er vist i efterfølgende regneark.

BBR	1919	1902	1902	1918	1900	1903	1902	1903	1906
bygningstype	etage	etage	etage	etage	etage	etage	etage	etage	etage
bygning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
bygningsareal	233	280	144	136	96	80	81	101	82
samlet boligareal	875	756	418	396	374	240	214	355	293
etager	4	3	3	3	3	3	2	3	3
tagetage areal					86	0	52	70	53
kælderareal	210	280	35		96	80	81	0	80
beboelser antal	11	11	6	6	4	3	3	6	2
ydevæk material	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	letbeton	mursten	mursten	mursten
erhverv	64								
tilbyg			1989	1993					
opvarmet areal	1085	1036	453	396	470	320	295	355	373
etagehøjde fast	3	3	3	3	3	3	3	3	3
længde	12	12	12	12	12	12	12	12	12
bredde	19,42	23,33	12,00	11,33	8,00	6,67	6,75	8,42	6,83
loftlængde	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
loftbredde	0,00	0,00	0,00	0,00	9,56	0,00	5,78	7,78	5,89
kælderlængde	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
kælderbredde	23,33	31,11	3,89	0,00	10,67	8,89	9,00	0,00	8,89
etager	4,90	4,00	3,24	3,00	4,90	4,00	3,64	3,69	4,62
areal tag	233	280	144	136	96	80	81	101	82
areal gulv	233	280	144	136	96	80	81	101	82
areal væg+vinduer grund	754,0	636,0	432,0	420,0	360,0	336,0	225,0	367,5	339,0
areal væg+vinduer loft	0,0	0,0	0,0	0,0	111,3	0,0	88,7	100,7	89,3
total	754,0	636,0	432,0	420,0	471,3	336,0	313,7	468,2	428,3
areal væg kælder	194	241	77	0	118	107	108	0	107
Volumen grund	2796	2520	1296	1224	864	720	486	909	738
volumen tagetage	0	0	0	0	258	0	156	210	159
volumen kælder	630	840	105	0	288	240	243	0	240
total vol	3426	3360	1401	1224	1410	960	885	1119	1137
vinduer grund	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	113,10	95,40	64,80	63,00	65,13	50,40	42,62	65,19	59,78
rest væg	640,90	540,60	367,20	357,00	406,20	285,60	271,05	402,98	368,55
væg U-værdi	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
kælderyder U	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
tag	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
gulv	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
vinduer	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
luftskifte	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
øvre	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
UA væg	769,1	648,7	440,6	428,4	487,4	342,7	325,3	483,6	442,3
UA kælder	81,5	101,1	32,5	0,0	49,6	45,1	45,4	0,0	45,1
UA tag	226,0	271,6	139,7	131,9	93,1	77,6	78,6	98,0	79,5
UA gulv	309,9	372,4	191,5	180,9	127,7	106,4	107,7	134,3	109,1
UA vinduer	418,5	353,0	239,8	233,1	241,0	186,5	157,7	241,2	221,2
	1804,9	1746,8	1044,1	974,3	998,8	758,3	714,6	957,1	897,1
gradtimer	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400
transmission	155946	150922	90209	84180	86296	65515	61742	82692	77513
ventilation	70450	69092	28809	25169	28994	19741	18198	23010	23380
tilskud 55kWh/m2 boligareal	48125	41580	22990	21780	20570	13200	11770	19525	16115
Varmt vand	24651	24651	13446	13446	8964	6723	6723	13446	4482
Forbrug	202921	203085	109474	101015	103684	78779	74893	99623	89260
øvre	253652	253856	136842	126269	129605	98474	93616	124529	111575
nedre	121753	121851	65684	60609	62210	47267	44936	59774	53556
kwh/m2 boligareal	232	269	262	255	277	328	350	281	305
kwh/m2 opvarmet areal	187	196	242	255	221	246	254	281	239

BBR	1989	1989	1901	1903	1902	1933	1930	1906	1906
bygningstype	kæde	kæde	kæde	etage	etage	etage	etage	række	etage
bygning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
bygningsareal	41	41	64	81	88	76	117	70	132
samlet boligareal	82	82	110	153	208	144	216	100	384
etager	2	2	1	2	2	2	2	1	2
tagetage areal			46		48	40	71	30	120
kælderareal			32	81	80	76	110	0	132
beboelser antal	1	1	1	2	2	2	2	1	6
ydervæk material	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten	mursten
tilbyg									
opvarmet areal	82	82	142	234	288	220	326	100	516
etagehøjde fast	3	3	3	3	3	3	3	3	3
længde	12	12	12	12	12	12	12	12	12
bredde	3,42	3,42	5,33	6,75	7,33	6,33	9,75	5,83	11,00
loftlængde	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
loftbredde	0,00	0,00	5,11	0,00	5,33	4,44	7,89	3,33	13,33
kælderlængde	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
kældbredde	0,00	0,00	3,56	9,00	8,89	8,44	12,22	0,00	14,67
etager	2,00	2,00	2,22	3,00	3,45	3,53	3,55	1,43	3,91
areal tag	41	41	64	81	88	76	117	70	132
areal gulv	41	41	64	81	88	76	117	70	132
areal væg+vinduer grund	185,0	185,0	104,0	225,0	232,0	220,0	261,0	107,0	276,0
areal væg+vinduer loft	0,0	0,0	84,7	0,0	86,0	80,7	101,3	74,0	134,0
total	185,0	185,0	188,7	225,0	318,0	300,7	362,3	181,0	410,0
areal væg kælder	0	0	75	108	107	105	127	0	142
Volumen grund	246	246	192	486	528	456	702	210	792
volumen tagetage	0	0	138	0	144	120	213	90	360
volumen kælder	0	0	96	243	240	228	330	0	396
total vol	246	246	426	729	912	804	1245	300	1548
vinduer grund	0,25	0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	46,25	46,25	24,07	33,75	43,40	41,07	49,28	23,45	54,80
rest væg	138,75	138,75	164,60	191,25	274,60	259,60	313,05	157,55	355,20
	1989	1989				31			
væg U-værdi	0,4	0,4	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2	1,2	1,2
kælderyder U	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
tag	0,2	0,2	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
gulv	0,2	0,2	1,9	1,9	1,9	1,3	1,9	1,9	1,9
vinduer	2,9	2,9	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
luftskifte	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
øvre	1,1	1,1	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
nedre	0,85	0,85	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
UA væg	55,5	55,5	197,5	229,5	329,5	389,4	375,7	189,1	426,2
UA kælder	0,0	0,0	31,6	45,4	45,1	44,0	53,5	0,0	59,6
UA tag	8,2	8,2	62,1	78,6	85,4	73,7	113,5	67,9	128,0
UA gulv	5,7	5,7	85,1	107,7	117,0	69,2	155,6	93,1	175,6
UA vinduer	134,1	134,1	89,0	124,9	160,6	151,9	182,3	86,8	202,8
	203,6	203,6	465,4	586,0	737,6	728,2	880,6	436,8	992,2
gradtimer	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400
transmission	17588	17588	40211	50633	63727	62915	76083	37742	85730
ventilation	4336	4336	8760	14991	18754	16533	25601	6169	31832
tilskud 55kWh/m2 boligareal	4510	4510	6050	8415	11440	7920	11880	5500	21120
Varmt vand	2241	2241	2241	4482	4482	4482	4482	2241	13446
Forbrug	19655	19655	45162	61691	75523	76010	94286	40652	109887
øvre	21620	21620	56453	77114	94403	95013	117858	50815	137359
nedre	16707	16707	27097	37015	45314	53207	56572	24391	65932
kwh/m2 boligareal	240	240	411	403	363	528	437	407	286
kwh/m2 opvarmet areal	240	240	318	264	262	346	289	407	213

BBR	1927	1991	1900	1900
bygningstype	række	etage	etage	etage
bygning	1	1	1	1
bygningsareal	90	225	90	91
samlet boligareal	140	429	270	182
etager	1	1	2	2
tagetage areal	50	204	90	43
kælderareal	15	0	0	91
beboelser antal	1	6	3	3
ydervæk material	mursten	mursten	letbeton	mursten
tilbyg	1997		1979	
opvarmet areal	155	429	270	273
etagehøjde fast	3	3	3	3
længde	12	12	12	12
bredde	7,50	18,75	7,50	7,58
loftlængde	9,00	9,00	9,00	9,00
loftbredde	5,56	22,67	10,00	4,78
kælderlængde	9,00	9,00	9,00	9,00
kælderbredde	1,67	0,00	0,00	10,11
etager	1,72	1,91	3,00	3,47
areal tag	90	225	90	91
areal gulv	90	225	90	91
areal væg+vinduer grund	117,0	184,5	234,0	235,0
areal væg+vinduer loft	87,3	190,0	114,0	82,7
total	204,3	374,5	348,0	317,7
areal væg kælder	64	0	0	115
Volumen grund	270	675	540	546
volumen tagetage	150	612	270	129
volumen kælder	45	0	0	273
total vol	465	1287	810	948
vinduer grund	0,15	0,25	0,15	0,15
vinduer loft	0,1	0,1	0,1	0,1
vinduesareal	26,28	65,13	46,50	43,52
rest væg	178,05	309,38	301,50	274,15
		1991		
væg U-værdi	1,2	0,4	1,2	1,2
kælderyder U	0,6	0,4	0,6	0,6
tag	0,97	0,2	0,97	0,97
gulv	1,9	0,2	1,9	1,9
vinduer	3,7	2,9	3,7	3,7
luftskifte	0,7	0,6	0,7	0,7
øvre	1,25	1,1	1,25	1,25
nedre	0,6	0,85	0,6	0,6
UA væg	213,7	123,8	361,8	329,0
UA kælder	26,9	0,0	0,0	48,2
UA tag	87,3	45,0	87,3	88,3
UA gulv	119,7	31,5	119,7	121,0
UA vinduer	97,2	188,9	172,1	161,0
	544,8	389,1	740,9	747,5
gradtimer	86400	86400	86400	86400
transmission	47070	33619	64009	64580
ventilation	9562	22684	16656	19494
tilskud 55kWh/m2 boligareal	7700	23595	14850	10010
Varmt vand	2241	13446	6723	6723
Forbrug	51173	46154	72539	80787
øvre	63966	50770	90673	100983
nedre	30704	39231	43523	48472
kwh/m2 boligareal	366	108	269	444
kwh/m2 opvarmet areal	330	108	269	296

Bilag J: BBR i Ingeniøren 30/11 2010

Nedenstående artikel er hentet fra Ingeniøren/Byggeri 30. november 2010 på hjemmesiden <http://ing.dk/artikel/114382-gabende-huller-i-boligregister-spaender-ben-for-groen-energiindsats>

Gabende huller i boligregister spænder ben for grøn energiindsats

Der er store huller i Bygnings- og Boligregisteret (BBR). Det gør det blandt andet svært at lægge en energiplan i kommunerne og for de 2,5 millioner danske boliger. Af en prøve på 1.872 boliger, der ifølge BBR har oliefyr, var der fejl i de 872.

Af [Stefan Petersen](#), tirsdag 30. nov 2010 kl. 08:01

Der er store fejl i datagrundlaget, når den danske varmforsyning skal kortlægges. I hvert fald, hvis man bruger BBR-registeret (Bygnings- og Boligregisteret).

Således interviewede Epinion 1.872 boligejere, der ifølge det landsdækkende bygningsregister stod til at have et oliefyr.

Her blev det afsløret, at kun 1.000 af de 1.872 boligejere rent faktisk havde et oliefyr.

Undersøgelsen blev foretaget for Dansk Energi, der ville undersøge, hvor mange boligejere, der ville skifte oliefyret ud med en varmepumpe. Hos Dansk Energi undrer man sig over, at der er så mange fejl i de data, der ligger i BBR-registeret.

»Hvis vi går rundt og tror, der er nogle oliefyr, der ikke findes, så er det svært at sige, hvor mange, der skal skiftes til varmepumper. Så jagter vi noget, der ikke er der. Det bliver jo svært at lave en målrettet markedsføring,« siger Richard Schalburg, der er chefkonsulent for Dansk Energi.

Boligejerne har ansvaret

Fejlen opstår formentligt, fordi det er boligejerne, der har ansvaret for at rapportere ændringer til BBR-registeret. Selvom det i princippet kan give en bøde på 5.000 kroner, så tænker langt fra alle over det, når de skifter oliefyret ud med en anden varmekilde.

På Aalborg Universitet er det gammelkendt viden, at der er disse huller i bygningsregisteret.

Her har lektor Bernd Möller arbejdet med at kortlægge varmforsyningen på institut for samfundsudvikling og planlægning.

Når han bruger data fra BBR-registeret, så tjekker han dem med andre data. For eksempel, hvor mange fjernvarmekunder, som energiselskaberne har registreret i et område.

Bernd Möller ville ønske, at der var mere detaljerede og troværdige data i BBR-registeret. Fejlene giver nemlig ikke problemer i forhold til de store energiplaner. Men det giver problemer i forhold til de enkelte kommuner og boligejere, der gerne vil gøre noget for miljøet. Eller når man skal konkretisere, hvordan 2,5 millioner boliger bliver mere energivenlige, vil et troværdigt register være en stor hjælp.

»Her har du millioner af beslutningstagere, og det er sværere at komme igennem med en politik. Så der skal man have et beslutningsgrundlag, der kan vurdere præcist, hvor stort potentialet er for energibesparelser, og hvor de ligger henne,« siger Bernd Möller.

Han nævner blandt andet den nordjyske by Klim, hvor 20 procent har fjernvarme ifølge BBR. I virkeligheden er det snarere 80 procent.

Boligstørrelserne passer heller ikke

Samtidig har Erhvervs- og Byggestyrelsen selv undersøgt fejlkilderne ved BBR-registeret i 2007. Ejendomsskatterne fastsættes nemlig ud fra BBR-registeret, så myndighederne ville undersøge, om der var fejl i forhold til antallet af kvadratmeter.

Her fandt man ud af, at 23 procent af landets enfamiliehuse var mindst fem kvadratmeter større eller mindre end det, der var opgivet i BBR. Fire procent af husene havde endda en difference på hele 25 kvadratmeter.

Ikke desto mindre afholder Bernd Möller sig fra at kritisere bygeregisteret direkte. Sammenlignet med andre lande er det helt unikt, at Danmark har landsdækkende register.

»Man må jo huske, at det, vi har, er meget bedre end i andre lande. Hellere tage BBR med forbehold end at undvære det,« siger Bernd Möller fra Aalborg.

Bilag K: Energimærkning i DR 12/12 2010

Nedenstående artikel er hentet fra DR Nyheder Penge på hjemmesiden
<http://www.dr.dk/Nyheder/Penge/2010/12/12/12180613.htm>

Dyre energimærker er fyldt med fejl

12. dec. 2010 18.40 Penge

Skrevet af: Gry Hoffman/Hilmar Vester

Alle huse skal energimærkes før salg og udlejning for at sikre flere klimavenlige huse. Mærkningen skal for eksempel vise, hvor effektivt et gasfyr er.

Det er en ordning, der indbringer flere hundrede millioner til dem, der laver energimærkningerne. Men arbejdet er fyldt med fejl og fører ikke til energiforbedringer, lyder kritikken.

Holder ikke, hvad de lover

Energistyrelsen tjekker hvert år, om mærkerne er retvisende, og meget få holder, hvad de lover.

Bedst står det til med nybyggede enfamiliehuse. Her lever 36 procent af rapporterne op til kravene. Meget værre er det med alle andre enfamiliehuse, hvor kun 12 procent af rapporterne i orden. Bundskraberen er ældre etageejendomme. Her er kun syv procent af de undersøgte rapporter i orden.

De dyre mærker er simpelthen ikke det papir værd, de er skrevet på, mener Ejendomsforeningen Danmark, der repræsenterer over halvdelen af alle landets ejendomme, siger direktør Torben Christensen til DR Nyheder.

Bedre og billigere

Det koster mellem 25.000 og 30.000 kroner at energimærke en ejendom. Det giver foreningens medlemmer en samlet udgift på 900 millioner kroner om året på energimærker.

- Der kommer ikke et eneste sparet gram CO₂ ud af de rigtig mange millioner, vi har postet i ordningen, siger Torben Christensen.

Energistyrelsen vil forbedre ordningen og gøre den billigere. Men styrelsen har intet overblik over om den rent faktisk virker, indrømmer chefkonsulent Renato Ezban. Styrelsen har en ambition om, at det skal være "meget mere".

Bilag L: Energirenovering af lejligheder – uddrag af handlingsplan

Efterfølgende er vist et uddrag af *Handlingsplan for energirenovering af lejligheder*, som er udarbejdet af AlmenNet, Bygherreforeningen og Ejendomsforeningen Danmark (Bygherreforeningen, 2010). Her er vist de fem initiativer vedrørende temaet *Løsninger, teknik og samarbejde*, som foreslås igangsat og styret gennem en landsdækkende opgørelse af potentialet. En opgørelse som nemt vil kunne udarbejdes løbende med baggrund i automærkningens data, som det er beskrevet i kapitel 6.3.

Tema: Løsninger, teknik og samarbejde

Initiativerne herunder tager udgangspunkt i ønsket om at finde gode og prisbillige løsninger på de udfordringer, som man står over for i de eksisterende almene og private udlejningsbygninger. Udgangspunktet er kendte tekniske løsninger, der gøres tilgængelige for et område med stort volumen og dermed gennem samarbejde med videninstitutioner og industrien kan sikre en industriel udvikling med fokus på energirenovering af lejligheder.

Under dette tema fokuseres på en analyse af markedet, så der kan identificeres de vigtige markeds-segmenter, det giver såvel økonomisk som teknisk mening at udnytte. Dette som grundlag for markedsmodning, produktudvikling og industrialisering. Under overskriften troværdighed sættes særlig fokus på at lukke det gab, som i mange sammenhænge eksisterer mellem beregnede energibesparelser og realiserede, og her er sammenhængene med såvel brugeradfærd, industrialisering og finansiering oplagte. For at opnå øget troværdighed gennem industrialisering og innovation er et samarbejde med udviklings- og vidensmiljøerne i form af et samlet videngrundlag på området nødvendigt. Endelig er sammenhængen med forsyningssituationen og udviklingen i energiproduktionen afgørende for at vælge de rette udviklingsspor og løsninger.

Initiativ 7:

Kortlægning af lejlighedernes potentiale for energirenovering

Hvorfor/formål:

Skabe overblik over de største potentialer i form af bygninger fordelt på typer og alder koblet med løsninger i form af oplagte energiforbedrende tiltag

Hvad/indhold:

Gennemførelse af national kortlægning over bygningsmæssige udfordringer i forhold til tekniske løsninger. Der fokuseres på at identificere de største potentialer i bygningsmassen i form af antal lejemål pr. m² fordelt på bygningstyper og alder, som kobles med egnede og oplagte energiforbedrende tiltag. I den forbindelse fokuseres på typologier af bygninger og tilhørende løsninger, som prioriteres mht. potentiale og rentabilitet. Der kan i analysen tages udgangspunkt i de 5 oplagte fokusområder, som blev identificeret af deltagerne på konferencen: Tagrenovering/tagboliger; vinduesudskiftning; ventilation/varmegenvinding, facade/hulmursisolering; nye pumper. Der kan også være tale om kendte tekniske løsninger i nye konstellationer – hvor forskellige løsninger vurderes i kombination og ift. forskellige interesser – herunder værdiskabelse for brugere.

Hvordan/implementering:

I samarbejde med fx SBI og Videncenter for energibesparelse i bygninger, som har gennemført lignende analyser. Der etableres en prioriteret liste over indsatsområder i form af typologier af bygninger med tilhørende løsninger. Det er afgørende med formidling af resultaterne til beslutningstagerne blandt ejere/administratorer. Der kan fx bygges videre på Socialministeriets analyse af barrierer og incitamenter, på Renovering 2010's Energikoncept.dk samt på analyser ud fra BBR ift. bygningsdele.

Bemærk sammenhæng med initiativ 8

Hvem/samarbejde:

Samarbejdspartnere er fx Socialministeriet samt SBI og Videncenter for energibesparelse i bygninger, som har gennemført lignende analyser. Derudover finder undersøgelserne sted i tæt dialog med netværket af beslutningstagere fra de almene boligselskaber og private udlejere og administratorer.

Initiativ 8:

Markedsmodning, produktudvikling og industrialisering

Hvorfor/formål:

På udvalgte løsningsområder med stort erhvervsmæssigt potentiale skabes markedsmodning, produktudvikling og industrialisering, så der gennem stort volumen opnås bedre og billigere løsninger

Hvad/indhold:

På udvalgte løsningsområder har den almene og private udlejningssektor til sammen en sådan størrelse, at det giver mening at arbejde aktivt med markedsmodning, produktudvikling og industrialisering. Ved at skabe nogle markeder med stort volumen i samlet efterspørgsel kan igangsættes en industriel udvikling, der gennem konkurrence fører bedre og billigere løsninger (billiggørelse af det der virker). Der er således ikke tale om at opfinde nye tekniske løsninger, men at udvikle eksisterende, så der fra bygherrens side opleves større produktsikkerhed, bedre dokumentation, mindre økonomisk risiko og at aktiviteterne på centrale områder følger en velafprøvet og omkostningseffektiv vej. Dette kan evt. indbefatte udvikling af nye specialer og virksomhedstyper (fx "energientreprenører").

Hvordan/implementering:

Der etableres udviklingsfora i samarbejde med byggevirksomheder og industrien – såvel nationalt som internationalt. Dette sker i tæt samarbejde med netværket af beslutningstagere fra de almene boligselskaber og private udlejere og administratorer. Her kan der etableres netværk mellem bygherrer med samme behov evt. i form af "indkøbsforeninger" med fælles (ramme-)udbud. Dette kan være med til at åbne markedet. AlmenNet har et projekt om industrialisering, der kan bygges videre på.

Bemærk sammenhæng med initiativ 7

Hvem/samarbejde:

I samarbejde med byggevirksomheder og industrien, organisationer som Dansk Byggeri, TEKNIQ og DI samt centerdannelser som fx InnoByg og Videncenter for energibesparelser i bygninger. Der kan evt. også etableres projekter med støtte fra strategiske forsknings- og innovationsprogrammer på energiområdet.

Initiativ 9:

Performance gennem troværdige beregninger og kvalitet i udførelsen

Hvorfor/formål:

Formålet er sikre mere troværdige beregninger og kvalitet i udførelsen for således at fjerne en stor del af usikkerheden og dermed risikoen for bygherren og brugerne ved energirenovering.

Hvad/indhold:

Bygherrerne efterlyser troværdige beregninger fra rådgiverne – samt at også udførelsen af energirenoveringer sker med en kvalitet, så de ønskede resultater opnås. Ofte opleves det, at de besparelser, som stilles i udsigt, forsvinder undervejs i processen. Der er derfor behov for afprøvning af og erfaringstilbageføring fra anvendte løsninger mht. forbrug, økonomi, indeklima osv.. Rådgivere og udførende skal i højere grad kunne dokumentere opnåede resultater med løsninger, ligesom bygherrerne skal erfaringsudveksle om disse problemstillinger, så det bliver synligt i markedet, at det er de reelle besparelser, der tæller. En anden måde at indføre bedre incitament i løsninger på, er at lade en del af betalingen til rådgivere og udførende afhænge af de realiserede besparelser (samlet udbud, bonus etc.). Hermed får man også større fokus på udfordringerne ved indkøring af nye løsninger, bidraget til energiforbrug fra procesenergi mv.

Hvordan/implementering:

Der udvikles koncepter for ekstern granskning, kontrolleret afprøvning og erfaringstilbageføring samt incitamentsmodeller i samarbejde med byggeriets organisationer samt forsyningsselskaber og lign.

Bemærk sammenhæng med initiativ 10

Hvem/samarbejde:

I samarbejde med byggeriets organisationer samt forsyningsselskaber og lign. fx Danske Arkitektvirksomheder, Foreningen af Rådgivende Ingeniører, Dansk Byggeri, TEKNIQ, Videncenter for energibesparelser i bygninger og Dansk Energi. Derudover myndigheder som Socialministeriet og Erhvervs- og Byggestyrelsen. Også her kan der evt. etableres projekter med støtte fra strategiske forsknings- og innovationsprogrammer på energiområdet.

Initiativ 10:

Videngrundlag for teknisk udvikling og innovation

Hvorfor/formål:

For at understøtte udviklingen skal der etableres et bedre videngrundlag inden for energirenovering af lejligheder ved interaktion blandt virksomhederne, videninstitutionerne og internationalt

Hvad/indhold:

For at kunne drive teknisk udvikling og innovation fremad, er det nødvendigt med et bedre videngrundlag inden for energirenovering af lejligheder. Dette etableres ved at skabe netværk og interaktion blandt virksomhederne, videninstitutionerne og internationalt med andre videnmiljøer. Det handler om i højere grad at få teknikere til at arbejde sammen – og bringe forskellige fagligheder sammen. Herunder også afdækker gode eksempler og state-of-the-art inden for koncepter, markedsudvikling og industrialisering såvel nationalt som internationalt/europæisk. Der skal også opnås bedre viden om, hvordan brugeradfærd kan påvirkes, fx hvilke tekniske løsninger der understøtter god adfærd. Videnopsamlingen omsættes i konferencer, portaler samt eksempelsamlinger til inspiration og vejledning.

Hvordan/implementering:

Med deltagelse fra byggesektoren, organisationerne og universiteterne organiseres faglige fora, netværk og konferencer med særlig fokus på de eksisterende lejligheder. Der gennemføres også international videnhjemtagning gennem byggeriets organisationer.

Bemærk sammenhæng med initiativ 9

Hvem/samarbejde:

Arbejdet gennemføres i samarbejde med fx rådgivende arkitekter og ingeniører (herunder rådgiverorganisationer) og universiteterne samt med internationale relationer via fx DI, Dansk Byggeri og TEKNIQ. Også netværksdan-
nelser som Energiforum Danmark og Grundejernes Investeringsfond/Real-
daniens RE-forum kan evt. involveres. Der kan tages udgangspunkt i udvalgte
projekter, som allerede har opnået støtte fra strategiske forsknings- og inno-
vationsprogrammer på energiområdet (fx med udgangspunkt i publikationen
"Energi 2010").

Initiativ 11: Bedre samspil med forsyning og energiproduktion

Hvorfor/formål:

For at kunne gennemføre rentable og klimarigtige energibesparelser med
nye løsninger er det nødvendigt at skabe overblik over mulighederne for
samspil med forsyning og energiproduktion

Hvad/indhold:

Mulighederne for at gennemføre rentable og klimarigtige energibesparelser i
den enkelte ejendom afhænger ofte af forholdene omkring forsyning og
energiproduktion. Der skal derfor udarbejdes en kortlægning af, hvilken de-
central indsats, som er meningsfuld at satse på lokalt. Herunder skal ske af-
dækning af forsyningsselskabernes planer for udbygning af vedvarende
energi, besparelsetiltag som fx reduceret spænding, ændret fjernvarme-
fremløbstemperatur, samarbejde om CO₂-kvoter, ESCO etc. Det skal un-
dersøges om udviklingen i bygningsrelateret/beboerrelateret forbrug giver
anledning til øget satsning på styring af elforbrug ift. brugeradfærd – fx diffe-
rentierede takster, reducerede tilslutningsafgifter etc.

Hvordan/implementering:

Der etableres dialog med energiselskaberne om, hvordan nye energirigtige
løsninger kan etableres i eksisterende lejeboliger, herunder i hvilket omfang
der er behov for ændrede regler på området.

Hvem/samarbejde:

Der etableres et samarbejde med forsyningsselskaberne, Dansk Energi,
Energistyrelsen med flere.

Kun 10 pct. af alle eksisterende bygninger i Danmark er energimærket, hvilket er et dårligt grundlag for reduktion den samlede bygningsmasses energiforbrug og for at nå energimålene for 2020 og 2050.

Denne redegørelse giver forslag til, hvordan alle eksisterende bygninger i Danmark automatisk kan energimærkes med forslag til energiforbedringer.

Hertil bruger man data fra Bygnings- og BoligRegistret (BBR), som samkøres med andre databaser, men usikkerheden er for høj til, at det virker.

Ved at supplere med eksisterende fotoopmåling foreslås opbygget 3D-modeller af alle bygninger, hvilket vil forbedre energimærkningen. Samtidig giver det også ejere, rådgivere og andre bruger mulighed for interaktivt at arbejde med simulering af forskellige forbedringsløsninger i 3D-visualiseringer på internettet.

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) foreslår Erhvervs- og Byggestyrelsen, at et sådan system etableres gennem 13 initiativer og for en udviklingsomkostning på omkring 33 mio. kr.

1. udgave, 2011

ISBN 978-87-563-1540-1